

THESIS

MUNICH

1965

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

**Die Resorption der pulpengesunden
und pulpentoten Milchzähne**

Richard Wagner



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153513_0051

AUS DER KONSERVIERENDEN ABTEILUNG

Vorstand: Prof. Dr. Dr. M. Schug-Kösters

DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Heiss

Die Resorption der pulpengesunden und pulpentoten Milchzähne

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Richard Wagner
aus Kempten/Allgäu

München 1965

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Priv.-Doz. Dr. Dr. W. KETTERL
Korreferent:	Prof. Dr. Dr. M. SCHUG-KÖSTERS
Dekan:	Prof. Dr. Dr. R. ZENKER

Tag der mündlichen Prüfung: 5.10.1965

MEINEN LIEBEN ELTERN UND TANTE BERTA
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

DISPOSITION

A EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

B LITERATUR

- I. Resorptionen an permanenten Zähnen
- II. Resorptionen an Milchzähnen
 1. Zahnkeimlage
 2. Beschaffenheit und Reaktion der Milchzähne im Vergleich zu den Ersatzzähnen
 3. Zeit der Resorption
 4. Ort des Resorptionsbeginns
 5. Vorgänge bei der Resorption
 - a) Die normale physiologische Resorption
 - b) Resorptionspausen und Gewebsappositionen
 - c) Resorption der Milchzahnwurzeln bei Nichtanlage der entsprechenden bleibenden Zähne
 - d) Mitbeteiligung der Weichgewebe an der Resorption
 - e) Die pathologisch bedingte Resorption:
Resorption an Milchzahnwurzeln mit kranker Pulpa
Resorption an Milchzahnwurzeln mit toter Pulpa

III. Resumée

C. EIGENE VERSUCHE

D. DISKUSSION UND ERGEBNISSE:

Bei normaler physiologischer Resorption

Bei pathologisch bedingter Resorption

E ZUSAMMENFASSUNG

A EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Schon seit vielen Jahrzehnten hat die Resorption der Milchzähne das Interesse der Wissenschaftler erregt. Man glaubte in den früheren Jahrhunderten noch, dass die Milchzähne wurzellos seien. Erst Bunon hat 1743 den Nachweis des Vorhandenseins von Milchzahnwurzeln erbracht und von einem allmählichen Schwund gesprochen. Aber erst in unserem Jahrhundert ist es durch die Röntgentechnik und die verfeinerte Untersuchung mit dem Mikroskop gelungen, Licht in die Abbauvorgänge zu bringen.

Die Resorption der Milchzahnwurzeln, der Zahnwechsel überhaupt, in dessen Rahmen sie sich vollzieht, sind -wie H. RADÜNZ (35) betont- eine ganz eigenartige und einzigartige physiologische Erscheinung. Sie besteht darin, dass ein Organ, das Milchzahngebiss, zum grössten Teil vom Körper aufgelöst wird, und ein neues, ähnliches, kräftigeres, grösseres Gebilde, das Gebiss der bleibenden Zähne, an seine Stelle tritt. Alle übrigen Gewebe halten mit der Entwicklung des Körpers Schritt, sie bauen sich auf, differenzieren und formen sich entsprechend dem Alter und den Aufgaben. Die Milchzähne weichen hiervon ab: Sie sind schon relativ früh fertig ausgebildet und mineralisiert und zeigen in ihrer äusseren Form kein weiteres Wachstum mehr. Das Milchgebiss ist nicht für die Dauer geschaffen. Es ist vielmehr als ein Provisorium anzusehen, welches wegen seiner geringen Grösse -letzteres wird besonders auffällig zur Zeit der physiologischen Lückenbildung im Frontzahnbereich- und seiner reichen Struktur (KESSLER (18)) nicht den Anforderungen genügt, die der Erwachsene an sein Gebiss stellen muss. Sowie morphologisch als auch funktionell bestehen gewisse Verschiedenheiten zwischen Milch- und bleibenden Zähnen. Der Grund für die Abweichungen liegt zum Teil in der andersartigen Reaktionsweise des kindlichen Organismus und zum Teil in den frühzeitig -mit dem Beginn der Resorption einsetzenden- regressiven Veränderungen der Milchzahnpulpa (SCHUG-KÖSTERS (38)), auf die ich später genauer eingehen möchte. Darum ist die Resorption der Milchzahnwurzeln und der darauffolgende Zahnwechsel eine naturgegebene Notwendigkeit.

Es beginnt auch zum gleichen Zeitpunkt, an welchem die physiologische Lückenbildung, hervorgerufen durch die ständige Vergrösserung des kindlichen Kiefers, einsetzt, der Abbau der Wurzeln der Milchschneidezähne. Beides geschieht ungefähr im vierten Lebensjahr. Was wird nun unter Resorption verstan-

den? Unter diesem Begriff fasst man im allgemeinen die Einschmelzung von Hartgewebe zusammen, in besonderem die Auflösung der Milchzahnwurzeln. Dieser Vorgang ist rein physiologischer Natur. Setzt bei permanenten Zähnen Resorption ein, so handelt es sich im allgemeinen um ein pathologisches Geschehen.

B LITERATUR

I. RESORPTIONEN AN PERMANENTEN ZÄHNEN

Auch bei bleibenden Zähnen werden manchmal Resorptionen beobachtet. Es handelt sich nach EULER (33) durchwegs um einen zellulären Abbau, der in den meisten Fällen als ein resorptiv entzündlicher Prozess zu bewerten ist. Die Entzündung kann durch mancherlei Ursachen herbeigeführt werden. EULER (33) stellte 1939 folgende Liste von Ursachen auf.

1. Resorption im Zusammenhang mit infektiösen Entzündungsprozessen im Wurzelbereich und veranlasst durch umfangreichere ostitische Erkrankungen (Osteomyelitis)
 2. Resorptionen, die sich an eine Wurzelbehandlung anschliessen:
 - a) durch medikamentöse Reize ausgelöst (z.B. Chlorphenol)
 - b) im Zusammenhang mit Fremdkörperwirkungen (durchstossene Wurzelstifte, Points usw.)
 3. mechanisch bedingte Resorptionen:
 - a) grobe Traumen: (Replantation, Resektion, Fraktur, Stoss, Schlag, Fall).
 - b) andere mechanische Einflüsse: Kieferorthopädische Behandlung, Druck anrückender retinierter Zähne, Zystendruck.
 4. Resorptionen an retinierten Zähnen selbst.
 5. Resorptionen, herbeigeführt durch benachbarte Tumoren:
 - a) genuine Formen, Ca, Sarkom.
 - b) Ostitis fibrosa localisata mit Einschluss der Epulis.
 6. Als gelegentliches Symptom bei Vitaminmangel
 7. Resorptionen aus nicht genügend bekannter Ursache: Wurzelresorptionen bei lebender Pulpa, auch symmetrisch, idiopathische Wurzelhautwucherung.
- Sie kann ergänzt werden:
8. Resorptionen bei Schienungen Kieferverletzter an Zähnen mit lebender Pulpa durch Trauma, endogene Ursachen, unsachgemässe Schienenkonstruktion.
 9. Resorptionen bei falsch konstruierten Brücken
 10. Resorptionen an parodontitisch erkrankten Zähnen.

MÜNCH (31) und KETCHAM haben 1927 als erste Autoren die Resorptionen nach kieferorthopädischer Behandlung beschrieben. Vielleicht waren sie

bedingt durch Anwendung zu starker Kräfte und eine besondere Disposition. Auch GRUBRICH und SCHMID konnten im histologischen Bild Resorptionsläsionen an den Zähnen nachweisen, die einmal orthodontisch behandelt wurden. In seiner Arbeit "die orthodontische Regulierung als Trauma" teilt E. HARNDT (11) 7 Beobachtungen mit, bei denen umfangreiche Abbauerscheinungen an einem Teil der Zahnwurzeln zu erkennen waren und die auch Veränderungen in einigen Pulpen (juvenile Verkalkungen der Pulpenkammer) aufwiesen. Durch die pathologischen Veränderungen müssen, wie er mit Recht betont, die kieferorthopädischen Behandlungen hier als Misserfolg gewertet werden, wenn auch bezüglich der Stellungsanomalien ein kosmetisch und funktionell gutes Ergebnis erzielt wurde. KRONFELD (24) und MÜLLER (30) berichten über einen Fall von generalisierter Zahnresorption auf Grund einer Störung der Leberfunktion. Die Ursache stellte sich klar heraus, als nach einer Allgemeintherapie der Prozess zum Stillstand gebracht werden konnte. Derartige auf allgemeinem Stoffwechsel beruhende Resorptionserscheinungen spielen sich hauptsächlich an der Schmelzzementgrenze ab, wo, wie ZILKENS (49) angibt, die Resorption besonders leicht fortschreiten könne. JAHN (14) untersuchte Veränderungen der Zähne, die im Bereich gut- oder bösartiger Kiefertumoren liegen, und fand, dass Tumoren nicht nur den Kieferknochen, sondern auch die Zähne resorbieren, wobei der Auflösungsprozess an letzteren langsamer abläuft. Die Resorption wird ausgelöst durch die durch die Tumoren hervorgerufene Raumbeengung. Sie soll durch Osteoklasten erfolgen. Der Schwede LANGE LAND (26) kommt in seinen Untersuchungen "Wurzelresorption an permanenten Zähnen" zu folgenden zehn Ursachen:

Idiopathische Resorptionen:

- a) bei Zähnen mit entzündeter oder nekrotischer Pulpa und apikaler Parodontitis,
- b) bei marginalen Parodontiden,
- c) bei bereits durchgebrochenen Zähnen während des Durchbruchs eines benachbarten Zahnes,
- d) bei retinierten Zähnen,
- e) bei Zähnen, die Trauma oder Überbelastung ausgesetzt waren,
- f) nach Anwendung von Hochfrequenz bei Wurzelbehandlung,
- g) nach Replantation, Implantation und Transplantation,
- h) bei kieferorthopädischer Behandlung,
- i) bei Zähnen, die Kontakt mit Zysten oder Tumoren haben,

k) aus unbekannten Ursachen.

Diesen unphysiologischen, meist pathogen bedingten Resorptionserscheinungen an permanenten Zähnen steht das grosse Kapitel der normalen Resorption an Milchzähnen gegenüber.

II. RESORPTIONEN AN MILCHZÄHNEN

1. Zahnkeimlage

Nach KRONFELD (24) befinden sich die Keime der *Dentes permanentes* im frühen Entwicklungsstadium des Embryo okklusal und etwas oral von denen der entsprechenden Milchzähne. Im Oberkiefer also unter und im Unterkiefer oberhalb der Kaufläche ihrer Vorgänger. Im späteren Alter, d.h. ungefähr mit vier Jahren, liegen dann die Keime im Bereich der Milchzahnwurzeln. Wie kommt nun diese bogenförmige Wanderung zustande?

Die permanenten Zahnanlagen, die zuerst bekanntlich okklusal lagen, bewegen sich nach oral. So kann der Durchbruch der temporären Zähne ungehindert beginnen. Der jeweilige Milchzahn dringt dabei zur Mundhöhlenoberfläche vor und bezieht durch seinen nutritiven Reiz auch den umgebenden Kieferknochen in diese vertikale Wachstumsrichtung mit ein. Hierdurch wird der zungenwärts liegende Keim immer tiefer gedrückt, bis er die Wurzeln des nun in der Mundhöhle sichtbar werdenden Milchzahnes erreicht (KIRCHBAUER (19)).

2. Beschaffenheit und Reaktion der Milchzähne im Vergleich zu den Ersatzzähnen

MÜNCH (31) stellte an zahlreichen Schliffen fest, dass die Struktur der Milchzähne nicht besser, sondern schlechter als die der bleibenden sei. Er fand fast regelmässig im Zahnschmelz verkalkte Zonen und ebenso Parallelererscheinungen im Dentin in Form von Interglobulardentin oft in einem Ausmass, wie man es bei permanenten Zähnen selten zu sehen gewohnt ist. Aber fast immer imponieren im Schmelz der Milchzähne eine besonders kräftige Zone, welche diese Hartsubstanz in zwei Teile, in zwei Entwicklungsperioden scheidet. Es bestehen zwischen Milch- und bleibenden Zähnen gewisse Verschiedenheiten morphologischer und funktioneller Art. SCHUG-KÖSTERS (38) sieht den Grund für die Abweichungen z.T. in der andersartigen Reaktionsweise des kindlichen

Organismus und z. T. in den frühzeitig mit Beginn der Resorption einsetzenden regressiven Veränderungen der Milchzahnpulpa. Diese bedingen geringere Widerstandskraft der Pulpa gegenüber äusseren Reizen. Für den Zahnarzt ist es bei Präparation der Milchzahnkavitäten von grosser Wichtigkeit, zu wissen, dass hier die Pulpa relativ gross ist, die Pulpenhörner springen mesial und distal weit vor, auf Grund dessen KÜRER (25) auch immer als Füllung ein Sattelinlay vorgeschlägt. Durch die weniger voluminöse Zahnschubstanz und damit weniger langen Dentinkanälchen wird bei den Milchzähnen die Pulpa in kürzerer Zeit von den Bakterien erreicht. Wenn der kariöse Prozess den ausserordentlich dünnen Schmelzmantel durchdrungen hat, findet er, besonders an approximal cervicalen Kronenabschnitten nur eine dünne Dentinschicht vor, während an den permanenten Zähnen bei wesentlich dickerer Schicht die Pulpa häufiger mit erheblicher Reizdentinbildung antwortet. Wird die Karies nicht rechtzeitig bekämpft, so führt sie sehr rasch zu Entzündungen der Pulpa. "Die Entzündung breitet sich sehr schnell aus; innerhalb kürzester Zeit folgt der Übergang von der serösen in die eitrige Entzündung und in Nekrose und Gangrän." (SCHUG-KÖSTERS (38)). Auch HARNDT (11), der dagegen der Milchzahnpulpa grosse Leistungsfähigkeit und Resistenz, sogar eine Reaktionskraft, die der der bleibenden Zähne nicht nachsteht, zuschreibt, kommt zu dem Schluss, dass die Hyperämie der Pulpa und die Pulpitis serosa bei den Milchzähnen ausserordentlich selten zu beobachten sind. "Die weitaus häufigsten Krankheitsbilder der Milchzahnpulpa sind im akuten Stadium die pulpitis purulenta coronalis und die aus ihr hervorgehende chronische pulpitis ulcerosa des Wurzelkanals mit Gangrän der Kronenpulpa." Die Vitalität und Widerstandskraft der Pulpa gegenüber äusseren Einflüssen scheint bedeutend geringer zu sein. Zwar wird manchmal viel Reizdentin gebildet, das sich jedoch aus der Tatsache heraus erklären lässt, dass bei nur langsam fortschreitender Karies, bedingt durch die scheuernde Wirkung beim Kauakt, eine längere Zeit für die Abwehrmassnahmen zur Verfügung steht. REBEL spricht von einer "Widerstandsunfähigkeit oder geringerer Abwehrfähigkeit der Milchzahnpulpa" und EULER-MEYER (8) stellten fest, dass "im höheren Kindesalter die Pulpa der dentes decidui nurmehr geringe Widerstandsfähigkeit besitzt". Die Pulpa ist der akuten Karies nicht gewachsen. Entsprechend ihrer begrenzten Lebensdauer weist sie schon frühzeitig Zeichen der Atrophie und Degeneration auf. SCHUG-KÖSTERS (38) hat in ihren histologischen Studien Pulpen von gesunden, durch Resorption zum Ausfall gekommenen Milchzähnen untersucht. Sie zeigten hyperämische Erscheinungen bei gleichzeitiger Atrophie und Degeneration. Die Veränderungen im einzelnen waren folgende:

1. Zellen: Sie haben an Zahl und teilweise an Grösse abgenommen. Es ist keine Unterscheidung der Zelle nach Form oder Kern mehr möglich. Die Odontoblasten sind deutlich atrophiert und zeigen vakuolige Degeneration.

2. Gefäße: Stark erweitert und mit roten Blutkörperchen prall gefüllt. (Vor allem Arterien und Kapillaren.) Die Gefäßwände sind durch regressive Veränderungen geschwächt. Es bilden sich Hämorrhagien. Diese Hyperämie ist als Folge der Resorptionsvorgänge an der Wurzel aufzufassen.
3. Nerven: Deutliche Veränderungen: Die Neurilemmkerne sind zum Teil nur mehr schwach gefärbt, die Markscheiden zeigen Veränderungen in Form von Auftreibungen und Nachlassen der Färbbarkeit. Diese Erscheinungen machen die relativ geringe Empfindlichkeit der Milchzahnpulpa bei fortgeschrittener Resorption verständlich.

Diese regressiven Veränderungen an der Milchzahnpulpa mit Beginn der Resorption schreiten allmählich fort. Dadurch ist auch die geringe Widerstandskraft erklärlich.

- a) Die wenig fortschreitende Karies führt zu empfindlichen Veränderungen.
- b) Die entzündete Pulpa geht oft in wenigen Stunden in Nekrose bzw. Gangrän über.

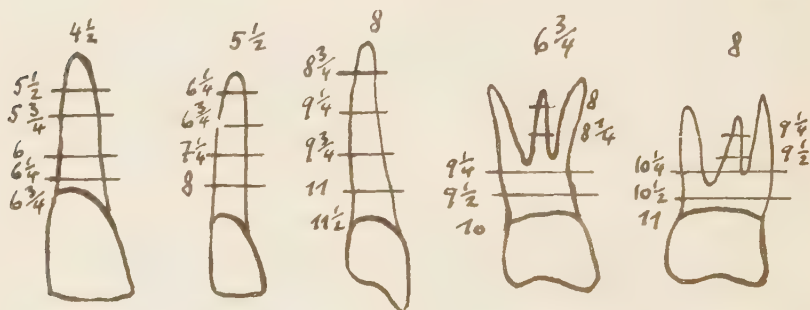
3. Zeit der Resorption

Da es beim Milchzahngebiss, wie bereits erwähnt, auf Grund der dünnen Dentinwände ganz plötzlich zu Erkrankungen der Pulpa und meistens zur pulpitis purulenta kommt und die Pulpa der Milchzähne nicht die gleiche Vitalität und Widerstandskraft wie die der bleibenden besitzt, ist schon allein aus diesem Grund die frühzeitige Behandlung des Kindes von ausserordentlicher Wichtigkeit. Aber auch vom kieferorthopädischen Standpunkt aus ist die Gesunderhaltung der Milchzähne für die korrekte Einstellung der permanenten Zähne sowie die regelrechte Ausbildung der Kiefer und Alveolarfortsätze von grösster Bedeutung. Aus diesem Grund kommt der behandelnde Zahnarzt häufig in die Lage, auch bei Kindern Wurzelbehandlungen durchzuführen, was aber nur möglich ist, wenn er weiss, dass die Abbauvorgänge am Zahn z.B. schon begonnen haben, oder wie weit sie fortgeschritten sind, da andernfalls eine Verletzung des bleibenden Keimes mit durchgestossenen Wurzelkanalinstrumenten oder mit Medikamenten, die sehr leicht durch das meist sehr weite foramen apicale hindurch diffundieren können, möglich wäre.

Für den Resorptionsbeginn gibt THOLUCK (41) folgende Daten an mit dem Hinweis, dass dieselben starken individuellen Schwankungen unterworfen sind.

	mittlerer Milch- schneidezahn	seitlicher Milch- schneidezahn	Milch- eckzahn	erster Milch- molar	zweiter Milch- molar
Beginn der Resorption:	4.	5.	9.	7.	8. Jahr

JAHN (14) und KÜRER (25) behaupten, dass in der Regel die Wurzelenden der Milchmolaren früher resorbiert würden als die der Schneidezähne, was RA-DÜNZ (35) jedoch zu Ausnahmefällen rechnet. Anhand von Röntgenfilmen von 171 Kindern kam VOGT (43) zu einem Zahnschema mit folgenden Durchschnittswerten:



Mit nur geringen Abweichungen deckt sich dieses Schema mit der von EID-MANN wiedergegebenen Skizze im Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde von WALKHOFF-HESS (44).

Nach H. VOGT (43) sind auch KIENTOPF und PEIRCE zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. E. HARNDT (11) setzt auf Grund seiner histologischen Untersuchungen den Resorptionsbeginn im allgemeinen wesentlich früher an.

4. Ort des Resorptionsbeginns

Mit der Beschreibung des Ortes des Resorptionsbeginns trifft man in der Literatur schon auf die verschiedensten gegensätzlichen Anschauungen, die in den weiteren Ausführungen über die einzelnen Vorgänge bei der Resorption oft leidenschaftlich, ja fast polemisch vertreten und verteidigt werden. G. FISCHER (10) schreibt, dass die ersten Auflösungserscheinungen am Rande oder innerhalb der Spongiosa, die zwischen Keim und zugehörigem Milchzahn liegt, vor-

kommen. TREUENFELS behauptet: "Die Resorption der Milchzähne erfolgt zuerst an der Stelle, welche der Spitze des nachrückenden Zahnes zunächst gelegen ist und schreitet in der Wachstumsrichtung des bleibenden Zahnes fort." MEYER (8) ist gleicher Meinung, wenn er schreibt: "Immer dort, wo der Ersatzzahn anrückt, beginnt die Resorption, also bei den Frontzähnen auf der ovalen Seite der Wurzel und bei den Milchmolaren meist in der Bifurkation". Auch PORT-EULER (33), WETZEL (47), FISCHER (10), EICHLER und JAHN (14) schliessen sich dieser Meinung an. Dabei kann es vorkommen, dass bei ausgesprochener Resorption in der Nähe der Gabelstelle der Wurzeln die apikalen Partien der Wurzeln von dem übrigen Zahn abgetrennt werden. Derartige isolierte Wurzelpartien der Milchmolaren können lange im Kiefer liegen bleiben, ohne dass sie völlig resorbiert werden; sie können sogar mit der Knochennachbarschaft verwachsen. Manchmal werden sie auch vom Organismus nach Jahren ähnlich wie ein Sequester eliminiert. Sie erscheinen dann in der Schleimhaut neben den Prämolaren und wurden hier schon fälschlich für sogenannte schmelzlose Zahnrudimente gehalten.

Eine Reihe von Autoren vertritt die gegenteilige Anschauung. So hat TOMES als erster geschrieben: "Die Resorption beginnt keineswegs immer auf der dem bleibenden Zahn zugekehrten sondern auf der entgegengesetzten Seite und oft auf beiden Seiten zugleich."

KRONFELD (24) sucht eine Erklärung hierfür in der Feststellung, dass der Resorptionsreiz, den der nachrückende Keim ausübt, sich durch die Wurzelhaut auf die entgegengesetzte Seite des Milchzahnes fortpflanzen und dort zu Abbauerscheinungen führen kann. KALLHARDT (15) ist der gleichen Meinung. Diese letzterwähnten Tatsachen veranlasste OPPENHEIM (32) zu folgender Feststellung: "Die Durchbruchwirkung des Keimes hat einen Wirkungsradius von bestimmter Reichweite." Die Wirkung ist also nicht lokal auf die den Zahn nächstgelegenen Partien beschränkt, sondern äussert sich oft an Stellen, die von diesem Ort oft weit entfernt sind, so dass FISCHER (10) sich veranlasst sah, von einer Fernwirkung zu sprechen.

Es soll zunächst aus der einschlägigen Literatur ein Überblick über den Stand der Fragen und die bestehenden Ansichten gegeben werden. Anschliessend folgt sodann die Beschreibung meiner Untersuchungen und der dabei gemachten Beobachtungen.

5. Vorgänge bei der Resorption

Der Milchzahn steht dem durchbrechenden Zahne im Wege. Nach MEYER (29) ist der Ausfall des Milchzahnes ein irreführender Ausdruck. Er sollte durch die Bezeichnung "das Verschwinden des Milchzahnorgans" ersetzt werden.

Denn nach WESTIN (46) ist das Wesentliche beim Zahnwechsel, dass der Milchzahn mitsamt seiner ganzen Alveole aus dem Kiefer verschwindet, und dass der bleibende Zahn ihn ersetzt, der zugleich seine eigene Alveole mitführt.

Grundsätzlich möchte ich zwischen Resorptionen der Milchzahnwurzeln unter physiologischen und den unter pathologischen Bedingungen unterscheiden.

a) Die normale physiologische Resorption

In der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen führt MEYER (29) u. a. aus:

"Zunächst muss bei Beginn der Durchbruchsbewegung der Ersatzzähne die knöcherne Kapsel, die sie über der Kaufläche einschliesst, resorbiert werden. Es bildet sich dazu ein gefäss- und zellreiches resorbierendes Gewebe aus wie bei jeder lebhaften Knochenresorption. Wenn dann die knöcherne Kapsel des Ersatzzahnes und weiterhin die Alveole des Milchzahnes in Richtung der Durchbruchsbewegung fortgeräumt sind, tritt der durchbrechende Zahn mit dem Milchzahn selbst in mittelbare Berührung. Der Milchzahn wird nun ebenfalls von dem gefäss- und zellreichen Gewebe und speziell von den Osteoklasten resorbiert."

Im wesentlichen deckt sich diese Beschreibung mit den Ansichten von KANTOROWICZ (16). Er nimmt eine nicht näher bekannte, wahrscheinlich fermentative Tätigkeit der Osteoklasten an, durch welche sowohl die Kalksalze als auch die Grundsubstanz aufgelöst wird und so Gruben ins Dentin gegraben werden, die sogenannten Howship'schen Lakunen. Die straffen Bindegewebsbündel des Periodonnums werden durch ein zellreiches Granulationsgewebe ersetzt. Weiter schreibt KANTOROWICZ (16): "Obwohl sicherlich das Vorwärtsschieben des Ersatzzahnes bei Resorption des Milchzahnes eine wesentliche Rolle spielt, kann auch eine Resorption des Milchzahnes ohne Anlegung des bleibenden Zahnes erfolgen. Die Ursache der Resorption ist also sicherlich keine einfache Druckwirkung, wie man früher etwa meinte, sondern liegt ebenfalls begründet in der erbten Tendenz des Körpers, ein bestimmtes Entwicklungsziel, nämlich hier die Resorption, zu erreichen."

Auch HARNISCH (12) und HESSE (13) weisen darauf hin, dass dem Ersatzzahn keine ausschlaggebende, höchstens eine unterstützende Rolle zuzuschreiben sei, im Gegensatz zu SIEGMUND, der den Zahnwechsel unter dem Einfluss der wachsenden und wandernden Ersatzzähne sieht: "... ein Interferieren zweier Kraftfelder, dargestellt durch den Kaudruck des Milchzahnes und den Wachsdrucksdruck des Ersatzzahnes." Nach den Röntgenuntersuchungen von NOLTE-MEYER werden die Milchzähne mitsamt ihrer Alveole resorbiert auch ohne Einwirkung der Ersatzkeime. "Der Grund für die Resorption ist in der Tendenz zur Mesialwanderung und zum Funktionsdruck zu suchen." OPPENHEIM (32)

schreibt, dass die Durchbruchswirkung eines jeden Zahnkeimes einen Wirkungsradius von bestimmter Reichweite habe, so dass die Wirkung nicht lokal auf die dem Keim zunächst gelegenen Knochen bzw. Milchzahnpartien beschränkt ist, sondern sich oft an fernegelegenen Stellen offenbart, ähnlich wie bei FISCHER (10). Er sieht in der durch den Druck des bleibenden Zahnes verursachten Hyperämie das auslösende Moment für "alle jene Faktoren, welche zur Resorption von Gewebe notwendig sind". Die Richtung der wachsenden Zahnanlage bestimmt die Intensität der Resorption, und "alle über dem Keim gelegenen und zu resorbierenden Texturen verhalten sich dem Prozess der Auflösung gegenüber völlig passiv". Zuerst werden dabei die Wurzeln resorbiert, danach wird die Pulpa von einem für Resorption typischen Gefässsystem durchzogen und so allmählich selbst in Granulationsgewebe mit Wirkung eines Resorptionsorgans umgewandelt. Ausser durch den Druck der Zahnanlage wird der Resorptionsprozess beeinflusst durch "die vererbte Entwicklungsrichtung, ferner durch chemische und zelluläre Veränderungen der Ernährungs- und Stoffwechselfunktionen mit trophischen Störungen im gesamten Milchzahngebiet".

MEYER (29): "Zuerst findet natürlich die Resorption der Milchzahnwurzeln von seiten des Periodontiums her statt, aber schliesslich wird dann die Pulpa ebenfalls in den Bereich der Resorption miteinbezogen. Die Pulpa wandelt sich, wie das Periodontium, in das charakteristische, lebhaft resorbierende Gewebe um. Das resorbierende Gewebe ist durch Zell- und Gefässreichtum gekennzeichnet, so dass es gleichsam als physiologisch entzündliches Granulationsgewebe anzusehen ist".

SCHUG-KÖSTERS (38) konnte an ihren histologischen Präparaten keine solche "physiologische Entzündung" feststellen. Der Teil der Wurzelhaut, der der Resorptionsfläche anhaftete, liess keinen Unterschied gegenüber jener erkennen, die die nicht resorbierte Wurzeloberfläche bedeckt hat. Sie schliesst daraus, dass die physiologische -also nicht durch pathologische Zustände gestörte- Resorption durch das normale Wurzelhautgewebe erfolgt. Es sind einkernige Zellen von normaler Grösse, die sowohl die Fähigkeit der Resorption als auch der Apposition entfalten können. Anstelle der resorbierten Wurzel wird -unter Erhaltung des Wurzelhautspaltes- Knochen angebaut. Während die Wurzeln durch Resorption gekürzt werden, erfolgt unterhalb der Bifurkation eine Auflockerung des Wurzelhautgewebes; im Röntgenbild sieht man hier den Wurzelhautspalt etwas verbreitert, die Spongiosamaschen vergrössert, aber doch scharf gezeichnet. Sobald das Resorptionsgewebe entzündlich verändert ist, wird die physiologische Resorption unterbrochen und ersetzt durch einen pathologischen Prozess, der in der Hauptsache als Ostitis zu ausgedehnter Resorption vor allem am Knochen führt. Diese Tatsache beruht einmal auf der andersartigen Reaktionsweise des kindlichen Organismus überhaupt, vor allem aber auf der nach Beginn der Resorption breitflächigen Verbindung zwischen Kanallumen und Periodontium, die

nur allzu leicht eine Infektion des letzteren ermöglicht."

BAUME (3) stellt fest, dass das resorbierende Organ aus dem Mark des Alveolar-knochen stammt. Er, sowie KALLHARDT (15) und ADLOFF (1) sehen in dem Bestehenbleiben der lebenden Pulpa die wichtigste Voraussetzung der Milchzahn-resorption. Der Resorptionseffekt gehe vom Milchzahn selbst aus. Nach KIRCHSAUER (19) teilt TREUFENFELS ebenfalls wie BATE, KÖLLIKER, MÜNCH und SPENCE dem Follikelsäckchen des Zahnkeimes eine bedeutende Rolle zu. Nach KALLHARDT (15) schliesst sich im weiteren Verlauf die Wurzelhaut des Milchzahnes und auf der Höhe des Durchbruchs die Milchzahnpulpa an. Diese drei Gewebe, Zahnsäckchen, Wurzelhaut und Milchzahnpulpa sind jedoch nicht "resorbierende Organe", sondern lediglich Träger aller jener sich stets in gleicher Weise äussernden Erscheinungen, die unter dem Namen Resorptionsvorgang zusammengefasst werden. MAYRHOFER gibt 1911 folgende Darstellung: Zwischen der Krone des Ersatzzahnes und der Wurzel des Milchzahnes befindet sich eine Art Granulationsgewebe, welches die Wurzel allmählich aufsaugt, so dass schliesslich die ganze Wurzel verschwindet und die Krone allein übrig bleibt, die, nur am Zahnfleisch hängend, schon durch geringe mechanische Insulte gelockert und abgestossen wird. WITZEL meint, dass die Resorption bedingt ist durch ein zellreiches Bindegewebe, eine Art Granulationsgewebe mit zahlreichen Riesenzellen, welche fest gegen die zu resorbierende Hartschubstanz gepackt sind.

COLYER (6) stellt fest, dass der Milchzahn durch Resorption verschwindet, wobei schliesslich nur der letzte Rest der Krone wie eine Kappe über dem permanenten Zahn zurückbleibt, und dass die Resorption durch ein weiches, vaskuläres Gewebe mit multinuclearen Zellen, das sogenannte "absorbent organ" zustande kommt.

WESTIN (46) beschreibt drei verschiedene Prozesse:

1. Physiologischer Abbau der Wurzel und Alveole, bedingt durch das Wachsen und Vorrücken der permanenten Zähne. Er ist lokal begrenzt.
2. Die Gingivitis-Alveolarostitis (marginale Parodontitis, Parodontose), ausgehend von der chronischen Entzündung der Papille und des Gingivalrandes. Sie zerstört das Faszikelsystem des Aufhängeapparates, zugleich bleibt die Knochenneubildung aus (Alveolaratrophie). Die Inflamationszone wird zu Granulationsgewebe umgebaut.
3. Die eingeschlossene chronische Pulpitis (pulpitis chron. granul. clausa resorptiva et reparativa) hat resorptiven und reparatorischen Charakter. Sie ist bedingt durch ein Übergreifen der Entzündung von der Gingivitis-Alveolarostitis auf die Pulpa auf dem Wege über die durch Resorption eröffneten Wurzelkanäle und ist durch die Umwandlung der Pulpa zu einem inflammatorischen Resorptionsorgan gekennzeichnet.

KÖHLER (21) unterscheidet drei Hauptvorgänge, die untereinander in wech-

selseitiger Abhängigkeit stehen:

- a) Wachstums- und Lageveränderungen des Ersatzzahnkeimes.
- b) Umbauvorgänge an der Alveole, bestehend aus Abbauvorgängen an der Milchzahnalveole und dem Aufbau der Ersatzzahnalveole.
- c) Resorptionsvorgänge am Milchzahn in ihrer Gesamtheit.

Nach KÖHLER (21) ist bei der Resorption überall das Periodontium in der Umgebung dieser Resorptionsstelle mitbeteiligt; Zwei Arten der Veränderungen im Periodontium; In der unmittelbaren Umgebung der Resorption trifft man Veränderungen von seiten des Gefäßsystems, die besonders in der Vermehrung und Sprossung von Kapillaren bestehen neben einer erheblichen Zellvermehrung. In der weiteren Umgebung der Dentinresorptionen zeigt sich die normale Struktur des Periodontiums im Sinne einer Auflösung und Destruktion gestört; besonders die funktionelle Ausrichtung der Fasersysteme geht verloren. - Abbauvorgänge finden auch am Knochen, speziell an der dem Periodontalspalt zugekehrten Seite, Anbau von Knochen im Resorptionsgebiet bei Wachstumsvorgängen am Kiefer und Umbauvorgänge, die mit der physiologischen Wanderung der Zähne und Zahnkeime zusammenhängen, statt. KÖHLER (21) fasst diese seine Beobachtungen zu einer Tias der histologischen Gewebsumbauten zusammen:

Resorptionsvorgänge an dem Dentin,

Destruktion des Periodontiums,

Abbauvorgänge an der knöchernen Milchzahnalveole.

HARNDT (11), KÖHLER (21), RADÜNZ (35) und RETHMANN (36) teilen die normale physiologische Resorption in zwei Abschnitte:

1. Lakunäre Form der Resorption mit Riesenzellen
2. Der linear verlaufende Abbau durch Fibroblasten und Rundzellen, die nur an der Wurzeloberfläche und dort, wo der Keim nachfolgt, vorkommt, jedoch niemals in den Wurzelkanälen oder in der Pulpenkammer. Zeitpunkt: Zweites bis drittes Lebensjahr.

Hinsichtlich der Häufigkeit dieser Resorptionstypen kam KÖHLER (21) auf Grund seiner Gelatine-Schnittserien (Fettfärbung) zu folgenden Zahlen:

86 Resorptionen vom Typus R (Lakunen und Riesenzellen)

11 " " " G (mit glatter Dentinwand ohne Sekundärbuchten)

97 Resorptionen, bei denen der Typ R 7,8 mal häufiger als der Typ G vorkommt.

HARNDT (11) beobachtete den Typ G immer im Bereich der nachfolgenden Keime der permanenten Zähne. KÖHLER (21) bestätigt diese Ansicht, nachdem er von elf linearen Schnittserien bei neun zu dem gleichen Ergebnis kam.

Nach RADÜNZ (35) kommen in vielen Fällen beide Resorptionsformen gleichzeitig an einem Milchzahn vor. Man findet dann meist innen von der Pulpa aus lakunäre, an der Wurzeloberfläche vom Periodontium aus glatte Resorption,

wobei statt der Riesenzellen Fibroblasten, Spindelzellen und Rundzellen auftreten. An Stelle von Lakunen werden glatte Flächen gebildet, wie mit einem Messer aus der Wurzel herausgeschält.

Über die Herkunft der grossen mehrkernigen Riesenzellen ist viel gestritten worden, bald sollten sie vom Bindegewebe, bald vom Epithel, bald von den Leukozyten abstammen.

FISCHER (10), der dem Gefässystem die führende Stellung zuschreibt, das er den "Träger der Resorption" nennt, führt weiter aus: "... auch die eigentliche Auflösung der Milchzahngewebe erfolgt zum Teil durch die mit resorbierenden Fähigkeiten ausgerüsteten Kapillarsprossen, zum Teil durch die aus der Gefässwand stammenden Endothelien, die sich zu Osteoklasten heranbilden". Dies ist auch die Ansicht von KRANZ (23) und ZAWISCH-OSSENITZ (48). Letztere hat sich eingehend mit der Frage der Osteoklasten beschäftigt: "Sie entstehen durch Aussprossung aus dem Endothel der Gefässe, und zwar ausschliesslich solcher von kapillarem oder in noch weiterem Sinne embryonalem Bau. Nur rein endotheliale Gefässwandungen bringen Osteoklasten hervor. Auch das unveränderte Endothel solcher Gefässe entfaltet resorptive Wirkungen. Geschieht dies durch eine Kapillare als Ganzes, so entstehen dadurch die durchbohrenden Gefässkanäle im Knochen. Andere Zellarten aus der Mesenchymgruppe können, soweit sie auf niedrigen Differenzierungsstufen stehen, ebenfalls gelegentlich osteoklastisch wirken".

Dieser letzte Punkt stimmt mit den Ansichten von MÜLLER (30) überein, wenn er schreibt: "Liegt abbaufähiges Material vor, so kann das in unmittelbarer Umgebung befindliche Bindegewebe resorptiven Charakter annehmen, was auch ohne die direkte Ausbildung von Riesenzellen zu osteoklastischer Resorption führen kann.

Die Riesenzellen gehen, auf einer bestimmten Entwicklungshöhe angelangt, unter atrophischen Erscheinungen zu Grunde. FISCHER (10) vermutet eine Assimilation des atrophischen Riesenzellplasmas durch polynucleäre Leukozyten.

Über die feineren biochemischen Vorgänge bei der Milchzahnesorption gehen die Auffassungen und Theorien weit auseinander. KEHRER, WALDEYER und WEDL vertraten die sog. parasitäre Theorie: Die Protoplasmafortsätze der Zellen arbeiten sich in den Lakunen im Zahngewebe, Zement und Dentin vor und zerklüften es, nachfolgende Mikroorganismen lösen das Gewebe dann durch Phagozytose vollständig auf. Doch kommt diesen Anschauungen nur mehr historische Bedeutung zu.

FISCHER (10) glaubt, dass die Osteoklasten und Riesenzellen die Lösung der Kalksalze und Assimilation des entkalkten Grundgewebes vermitteln.

LAFORGUE und BOURDET schrieben den resorbierenden Zellen vielfach säurebildende Eigenschaften zu.

Nach KIRCHBAUER (19) waren TILLMANN und SCHAFFER der Meinung, dass

die Kohlensäure des Blutes in statu nascendi Hartsubstanzen auflösen könne.

MARSHALL (27) vertritt denselben Standpunkt. Der Zahnwechsel geht nach ihm mit einer Blut- und Lymphüberfüllung der Gefäße im Kiefer einher. Deshalb sei es leicht möglich, dass die dadurch reichlich vorhandene freie Kohlensäure die Auflösung des Knochens und Zahnes bewirkt.

EICHLER führt den Auflösungsprozess auf die Entstehung von Salzsäure zurück. Gegen diese Säuretheorien macht KANTOROWICZ (16) geltend, dass dem Schmelz an retinierten Zähnen mit Resorptionserscheinungen das für Säurebildung charakteristische opake Aussehen fehle und keine Querstreifung des Schmelzes, das ein ausgezeichnetes Reagens auf Säurewirkung ist, beim Einpflanzen von Schmelzsplittern in lebenden Muskel nachzuweisen sei.

KANTOROWICZ (16) ist der Auffassung, dass die Resorption infolge Bildung eines protheolytischen Fermentes von seiten der Leukozyten zustande kommt. Dass allerdings die Leukozyten ausschliesslich die Resorption besorgen, ist nach den histologischen Befunden wenig wahrscheinlich.

b) Resorptionspausen und Gewebsappositionen

Der Ablauf des Auflösungsprozesses vollzieht sich nicht in continuo, sondern Stadien des Durchbruches werden von solchen der Ruhe abgelöst. Während letzterer erfolgt eine Reparation der resorbierenden Partien, gleichsam als wolle sich der Organismus gegen die Zerstörung wehren. Das Ergebnis davon ist ein zementähnliches Gewebe in den Aushöhlungen des Alveolarknochens und des Dentins, ja sogar des Schmelzes.

MEYER (29): "Die Resorption eines Milchzahnes, wenn sie einmal begonnen hat, findet nicht im glatten Zuge bis zum Ende statt, sondern es treten Pausen in der Resorption ein, die sogar dem Organismus genügend Zeit lassen, auf die schon ausgedehnten Resorptionen Zement aufzulagern. Gelegentlich kann es sogar zu umfangreicheren Zementauflagerungen in den Resorptionsbuchten kommen, die schliesslich zur Verwachsung des Milchzahnes mit seinem Alveolarknochen führen."

Auch KLEMM (20), KÖHLER (21), KRONFELD (24), SCHUG-KÖSTERS (38) und WESTIN (46) weisen ausführlich auf den Wechsel von Resorption und Reparation hin. HARNDT (11) stellt in seinen Milchzahnstudien zum Schluss fest, dass bei akuten periapikalen Prozessen die Resorption des Milchzahnes eine Unterbrechung erleidet, die auch bei der chronischen apikalen Parodontitis im wesentlichen bestehen bleibt. An Hand seiner Arbeiten am Affenmilchgebiss kommt OPPENHEIM (32) zum Pendelgesetz: Die Resorption schreitet über das von der angewendeten Kraft angestrebte Ziel hinaus; es folgt dann die Phase der Reparation bis zum Erreichen des Zieles. Für ein örtlich begrenztes Gewebssystem

bedeutet das zeitlich, dass Stadien des Druckes mit Stadien der Ruhe alternieren. Für die Anlagerung von Osteozement sucht er folgende Erklärung zu geben: Auf die den Milchzahn umgebenden Weichgewebe reagieren die anresorbierten Wurzelflächen in verschiedener Weise. Es können nämlich diese Flächen indifferent bleiben, das heisst, das anliegende Wurzelhautgewebe wird sich ruhig verhalten, ohne irgendwelche Konsequenzen aus der Nachbarschaft zu ziehen. Sind sie negativ plantationsfähig, dann tritt Resorption ein; oder aber die Flächen können positiv plantationsfähig sein, dann werden sie auf das Granulationsgewebe einen Reiz ausüben im Sinne einer Zementanlagerung. Während KÖHLER (21) sagt, dass die Reparationsstadien gegenüber den Resorptionen weit zurücktreten, führt WESTIN (46) aus: "Wäre die Resorption ein kontinuierlicher Vorgang, so würde der Milchzahn seine bedeutungsvolle Aufgabe nicht erfüllen können. Auf eine offenbar kürzere Resorptionsphase folgt eine längere Phase der Restitution, während der alle von der Resorption betroffenen Knochen- und Zahnpartien einen Heilungsprozess durchmachen in Form eines Neuumbaus, bedingt durch die mechanische Forderung der lokalen Wiederherstellung. Dieser Heilungsprozess ist notwendig, damit die Alveole ihre Stärke, das Periodontium seine Funktion und die Zahnwände ihre fascikuläre Aufhängung wiedergewinnen können. In diesem gleichmässigen Wechsel kann man offenbar die rhythmische Welle im Wachstumsprozess der bleibenden Zähne sehen. Sobald das Keimorgan sich emporhebt, entsteht notwendigerweise im Milchzahn und dessen Alveole die Resorptionsphase. Wenn dann eine Pause in dem Emporwachsen eintritt, wird die Aufhängeapparatur des Milchzahnes wiederhergestellt. Dieses letztere Stadium dürfte also das zeitlich längere sein. Bemerkenswert scheint mir die grosse Sorgfalt, mit der neue Alveole, neue Knochenzementauflagerung und neues Periodontium an der Stelle des früheren Abbaues gebildet werden. Dies umso mehr, als dieser Neu- und Umbau bei der danach wieder einsetzenden Resorptionsphase zu erneutem Abbau und endgültigem Verschwinden verurteilt ist. Der Vorgang zeigt, welch grosse Bedeutung die mechanische Beanspruchung bei der Erneuerung der Hartsubstanzen hat."

Gegenüber dem entzündeten Gewebe, das mehr destruktiven Charakter zeigt, finden sich nach SCHUG-KÖSTERS (38) bei der normalen physiologischen Resorption reichlichere Appositionsvorgänge. Die Resorptionslakunen werden zum Teil durch neuangelagertes Zement wieder ausgefüllt. Dies geschieht auch an bleibenden Zähnen und ist als Ausdruck statisch-mechanischer Beanspruchung oder als Veränderung trophischer Art zu bewerten. Wenn an Stelle der abgebauten Wurzel Knochen angebaut wird, so gilt dies nur für Milchmolaren. Bei den Schneidezähnen, deren Wurzeln in der Durchbruchrichtung der Ersatzzähne liegen, wird kein Knochen angebaut. Es scheint mir angebracht, unter diesem Kapitel auch auf die physiologische Wanderung der Zähne zu sprechen zu kommen, da diese auch gewisse Appositionsvorgänge mit sich bringt. Nach

MEYER (29) entstehen durch Reibung der Zähne aneinander beim Kauakt minimale Kippbewegungen. Da sich die Zähne auch an den Kontaktpunkten abschleifen, entstehen interstitielle Reibeflächen. Unter Beibehaltung des Kontaktpunktes werden durch Mesialwanderung des ganzen Zahnes die Interdentalsepten schmaler. Die so zur Mittellinie strebenden Zähne haben mesial ein enges (zusammengedrücktes) und distal ein weiteres (auseinandergezogenes) Periodontium. An der mesialen Alveolenwand, also dort, wohin der Zahn zu wandern im Begriffe ist, findet man Resorptionsvorgänge oder die Anzeichen stattgefundenen Resorptionen und an der distalen Alveolenwand mehr Appositionsvorgänge. Diese Knochenanbauten bestehen ausschliesslich aus Faserknochen, aus dem ja ursprünglich die Alveole überhaupt gebaut ist.

SAUERWEIN (37) berichtet über einen Fall von Dentinablagerung im Osteozement einer Milchzahnscherbe. An der mit Osteozement bedeckten Resorptionsfläche fand er Folgendes: An zwei dem Dentin abgekehrten Stellen des Osteozementes geht das angelagerte Hartgewebe kontinuierlich in neugebildetes Dentin über. Dieses ist wahrscheinlich durch nachträgliche Leistung erhaltenegebliebener Pulpa bzw. Odontoblastenreste entstanden.

c) Resorption der Milchzahnwurzeln bei Nichtanlage der entsprechenden bleibenden Zähnen

Trifft man bei einem Patienten einen oder mehrere persistierende Milchzähne, zu einer Zeit, da die bleibenden Zähne schon durchgebrochen sein sollten, und sind die Milchzähne noch vollkommen fest, so liegt der Verdacht nahe, dass die entsprechenden bleibenden Zähne im Kiefer verlagert oder überhaupt nicht angelegt sind. Solche Milchzähne sind im Kiefer meist fest verankert und weisen nicht selten Abrasionen auf. Beim Beklopfen geben sie einen hellen Klang, der ebenfalls auf ihre Festigkeit hinweist. Fallen diese Zähne nicht der Karies anheim, so dass sie schliesslich wegen einer Eiterung extrahiert werden müssen, so können sie sehr lange im Kiefer stehen bleiben. HARNISCH (12), der nach der Ursache suchte, warum die Wurzeln der persistierenden Milchzähne stark oder nur schwach resorbiert würden, versuchte zu prüfen, in welcher Weise solche Zähne im bleibenden Gebiss stehen, ob die Kaufunktion oder ihre Ausschaltung eine Rolle spielen. Der Autor kam folgendem Resultat: Er unterscheidet persistierende Milchzähne, die das Kauniveau der bleibenden Zähne nicht erreicht haben, die nicht in Artikulation stehen und funktionell nicht beansprucht werden, und solche, die funktionell belastet werden, deren Kronen in der Kauebene der Nachbarzähne stehen oder deren Funktion auch durch Weiterherauswachsen der Antagonisten sichergestellt wurde. Bei der ersten Gruppe fand HARNISCH (12) weitgehende Resorption der Wurzeln, während er bei der zweiten Gruppe eine starke Verzögerung der Resorp-

tion feststellte. Seine Ergebnisse fasste er folgendermassen kurz zusammen: "Bei den persistierenden Milchzähnen ohne Ersatzzahn haben wir folgende Verhältnisse: Sind sie dem Kaudruck nicht ausgesetzt, so gehen sie ihrer Wurzeln bald verlustig, stehen ihre Kronen aber in Kauebene der Nachbarzähne, werden sie also funktionell belastet, so bleiben ihre Wurzeln mehr oder weniger gut erhalten. Daraus geht hervor, dass die Funktion bzw. Belastung für die Erhaltung oder Resorption der Milchzahnwurzeln eine hervorragende Rolle spielt. Der Körper sucht also den Ausfall des Ersatzzahnes auszugleichen."

Anhand von ca. 50 Röntgenbildern und 20 histologischen Untersuchungen von persistierenden Milchzähnen ohne Ersatz fand A-C VOGT (42) die Ansichten von HARNISCH (12) im grossen und ganzen bestätigt.

Während KRONFELD (24) die Ursachen der Resorption einer Seneszenz des Gewebes zuschreibt, sagt HESSE (13): "An persistierenden Milchzähnen ohne darunter liegendem Ersatzzahn muss sich der Resorptionsvorgang genauso abspielen wie bei normaler zweiter Dentition. Darauf deuten schon die vielen unterzähligen Gebisse hin, in denen Milchzähne ohne Ersatzzahn rechtzeitig zur Abstossung kommen. Es arbeiten also dieselben Kräfte mit demselben Erfolge am Abbau dieser Milchzahnwurzeln. Diese Resorptionswirkung tritt in der Zeit der zweiten Dentition ein und teilt sich in dieser Zeit im ganzen Kiefer sämtlichen Milchzahnwurzeln in der Regel mit. Sie ist demnach ein rein physiologischer Vorgang."

Einig sind sich die Autoren darüber, dass eine allgemeine Tendenz zur Resorption vorhanden ist, und zwar setzt die Resorption nicht nur apikal ein, sondern auch seitlich.

Insgesamt kann man zwei Gruppen von persistierenden Milchzähnen unterscheiden, die Milchmolaren und die Frontzähne. A-C VOGT (42) stellt fest, dass die persistierenden Milchmolaren ihrer Wurzeln schneller verlustig gehen als die Frontzähne. Sie erklärt sich die Tatsache folgendermassen: "Im Backenzahngelände spielen ausser dem durchbrechenden bleibenden Zahn noch andere Faktoren mit bei der Aufrechterhaltung der Resorption. Es ist dies der Einfluss der Nachbarzähne und der Abbau durch die Wanderung der Milchmolaren, wie ihn WESTIN (46) beschreibt. Bei den Frontzähnen fallen diese beiden Momente grösstenteils weg. Dies ist besonders bei den unteren persistierenden Milchschneidezähnen der Fall. Da die bleibenden seitlichen Schneidezähne schon sehr früh durchbrechen, wird eine spätere Reparatur der Resorptionsstellen nur wenig gestört. Es können sich ganze Schichten von sekundären Hartsubstanzen ablagern. Auch der Druck von hinten wirkt sich nicht mehr bis ins Gebiet der Schneidezähne aus. So finden wir bei den Frontzähnen meist noch sehr gut erhaltene Wurzeln bzw. grosse Anlagerungen von Sekundärzement und Neubildung des foramins. Was die Festigkeit der persistierenden Milchzähne im Kiefer anbelangt, so ist sie sehr verschieden. Betrachten wir die weitgehenden Re-

parationen, die möglich sind, so können wir verstehen, dass Milchzähne, die schon locker waren, wieder fest werden können. Diese Festigung kommt aber nicht nur durch Zementaposition zustande, sondern auch noch durch Verwachsung zwischen Zahn und Alveole." Weitere Ausführungen finden sich bei EULER-MEYER (8), HESSE (13) und KÖHLER (21).

Nachdem die Lage der Ersatzkeime zu den Milchzahnwurzeln einen nicht unbedeutenden Einfluss auf deren Resorption zu haben scheint, müssen wir uns die Frage stellen, inwiefern noch andere Faktoren mitbeteiligt sind. - Eine besondere Bedeutung ist hierbei den Weichgeweben, vor allem der Pulpa, zuzumessen.

d) Die Mitbeteiligung der Weichgewebe an der Resorption

Nach KIRCHBAUER (19) betrachten FISCHER, KÖLLIKER, RABIN und RETZIUS das Zahnsäckchen selbst, BATE, MÜNCH und SPENCE das Schmelzorgan bzw. die äussere Fläche des Säckchens der permanenten Zähne als das resorbierende Organ.

Nach BOMME stammt das resorbierende Organ aus dem Mark des Alveolarknochens.

TOMES: Das Resorptionsorgan ist ein gefäss- und zellreiches Granulationsgewebe zwischen Keim und Milchzahnwurzel.

COLYER (6) spricht bei der Resorption von einem weichen vaskulären Gewebe mit multinuklearen Zellen.

Nach JAHN (14) und KRONFELD (24) hat die Pulpa überhaupt keinen Einfluss auf die Resorption.

Nach WESTINS (46) Auffassung beteiligt sich das Pulpengewebe an der Resorption entweder direkt durch Entwicklung einer Dentoklaste oder indirekt, sei es durch Hineinwachsen des Resorptionsgewebes vom Periodontium her, sei es durch Umwandlung zu solchem Gewebe. Eine Mitbeteiligung der Pulpa, weil das Pulpenkavum von einer Kette von Osteoklasten begrenzt ist, finden wir bei ADLOFF (1), FISCHER (10), KALLHARDT (16) und MÜNCH (31). Wenn diese Autoren zum Teil auf Grund ihrer Tierversuche zu dieser Meinung kamen, so erklärt sich HARNDT (11) deren Beobachtungen rein entwicklungsgeschichtlich und nicht auf den Menschen übertragbar: Beim Meerschweinchen werden die Milchzähne schon intrauterin zurückgebildet. Auf einer höheren Entwicklungsstufe steht schon der Hund, bei dem die Resorption durch Zusammenwirken von Zahnsäckchen, Periodontium und Pulpa vor sich geht. Die Tatsache, dass die Resorption nur von der Pulpa ausgeht, bezeichnet HARNDT (11) als primitiven Modus.

FISCHER (10): ... die Pulpa wird rasch vom Resorptionsgewebe ergriffen und

in dessen Dienst gestellt. Sie wird selbst in ein grosszelliges Granulationsgewebe verwandelt, welches sich an der Prädentinzone in lakunärer Gestalt ausbreitet.

Nach den Ausführungen von BAUME (3), HARNDT (11), KÖHLER (21), RETHMANN (36) und RADÜNZ (35) haben wir es an einer aktiven Mitbeteiligung der Pulpa und periodontalen Gewebes am Resorptionsprozess zu tun, sobald sich am Mark des Milchzahnes pathologische Vorgänge abspielen, wodurch die Intensität des gesamten Abbaues verstärkt wird.

PORT-EULER (33) halten die Beteiligung der Pulpa für den gesamten Resorptionsprozess von wesentlicher Bedeutung. Sie schliessen sich -ebenso wie WANNEN-MACHER (45)- der Meinung von KALLHARDT (15) an, der schreibt: "Der Ausgangsprozess setzt wohl von seiten der Wurzelhaut ein, kann aber ohne erhaltene Vitalität der Milchzahnpulpa und ohne ihre resorptive Tätigkeit, die erst auf dem Höhepunkt des Abbaues beginnt, nicht vollständig ablaufen".

Nach METNITZ, RODIER und ZUCKERKANDL beteiligt sich die Wurzelhaut an der Resorption mit. SCHUG-KÖSTERS (38) und TREUENFELS kommen zu dem Schluss, dass die normale physiologische Resorption von der Wurzelhaut ausgeht, und auch MEYER (29) stellt fest, dass "zuerst die Resorption der Milchzahnwurzel natürlich von seiten des Periodontiums stattfindet". MAUGK (28) liefert einen Beweis dafür, indem er 24 amputierte Milchmolaren untersuchte. Von ihnen zeigten 22 Zähne weitgehendst Auflösungserscheinungen, die bei manchen sogar bis zum völligen Schwund der Wurzeln führten. Wenn der Resorptionsvorgang die Pulpenkammer eröffnet hatte, so konnte man am Dentin die gelegte Wurzelfüllung erkennen. Nur ein sekundär kariöser Milchzahn wies lediglich arrodiierte Stellen auf, die denen von bleibenden Zähnen mit chronischer, granulierender Ostitis ähnlich sind.

Er unterstützt dadurch die Meinung von JAHN (14), die schreibt: Stirbt die Pulpa ohne entzündliche Vorgänge im Periodontium, so verläuft die Einschmelzung durchaus planmässig. Die Auflösung der Milchzahnwurzeln hängt also von einer gesunden Wurzelhaut ab. JAHN (14) vertritt weiter den Standpunkt, dass die Pulpa vom Periodontium in Resorptionsgewebe umgewandelt wird.

Diese Feststellung steht somit in Widerspruch zu der Behauptung, dass bei Pulpentod der Milchzähne die Einschmelzung der Wurzeln nur ungenügend vor sich geht oder ganz sistiert. Es dürfte jedoch für die Auflösung sicher weniger die Tatsache von Wichtigkeit sein, dass ein Milchzahn tot ist, als die, dass eine Versorgung seiner Wurzeln mit einer resorptionshinderlichen Füllung vorliegt. Wenn beispielsweise Milchzahnwurzeln mit festen Wurzelfüllungen (Jodoformzement, Metall oder Guttaperchaspitzen) abgefüllt werden, kann die Einschmelzung dieser Wurzeln nur unvollkommen eintreten. Andererseits sollte ein toter Milchzahn nicht unversorgt bleiben, denn jede daraus entstehende Gangrän kann entzündliche Veränderungen im periapikalen Gewebe hervorrufen und somit schwere Schädigungen des nachfolgenden Keimes verursachen.

e) Die pathologisch bedingte Resorption

Es ist anzunehmen, dass ein pathologisches Geschehen an einem Milchzahn oder in seiner engsten Umgebung nicht ohne Einfluss für den Ablauf der Resorptionsvorgänge bleiben wird. Solange der Krankheitsprozess sich lediglich auf die Hartsubstanzen des Milchzahnes beschränkt, kann er wohl kaum von irgendwelcher Bedeutung für die Wurzelresorption sein. Jedenfalls ist eine Beeinflussung der resorbierenden Tätigkeit des Periodontiums durch einen kariösen Zerstörungsprozess, der das Zahnmark noch nicht in Mitleidenschaft gezogen hat, schwer vorstellbar. Es schliesst sich aber meist an den kariösen Zerfall der Hartsubstanzen über kurz oder lang eine Zahnmarksentzündung an, in deren Verlauf die Pulpa in der grössten Zahl der Fälle zu Grunde geht. Abgesehen von der totalen Vereiterung ist hierbei nach RADÜNZ (35) die feuchte, faulige Nekrose, die Gangrän, zu beobachten. Das Übergreifen der Krankheitserreger auf das apikale Paradentium kann nunmehr ungehindert erfolgen. Hier vermögen die pathogenen Keime wiederum entzündliche Krankheitsprozesse auszulösen, die je nach ihrem Verlauf akuten, mit Eiterbildung einhergehenden oder chronischen, mit Bildung von Granulationsgewebe, verbundenen Charakter tragen können.

Die Resorption der Milchzahnwurzeln mit kranker Pulpa.

Durch eine Entzündung der Pulpa durch die schnell fortschreitende Karies wird also das Zahnmark ebenfalls in die Resorption miteinbezogen (MEYER (29)). Im Gegensatz dazu nimmt KANTOROWICZ (16) eine Substitution der Pulpa durch das in sie eindringende Gewebe an.

Nach FISCHER (10) kann die Infektion und damit die eigentliche Auflösung der Milchzahngewebe zum Teil durch die mit resorbierenden Fähigkeiten ausgerüsteten Kapillarsprossen erfolgen und zum Teil durch die aus der Gefässwand stammenden Endothelien, die sich zu Osteoklasten heranbilden können. Nach RADÜNZ (35) resorbiert die erkrankte Milchzahnpulpa weiter und zeigt in ihren noch relativ gesunden Abschnitten verstärkte Abbautätigkeit.

Nach den Ausführungen von MEYER (29) wandelt sich die Pulpa in das charakteristische, lebhaft resorbierende Gewebe um. An der Stelle, an der die Odontoblasten ehemals lagen, findet man nun die resorbierenden Osteo(Odonto)klasten. Das sog. Prädentin, die unverkalkte zirkumpulpäre Dentinzone, scheint gelegentlich der Resorption länger zu widerstehen als das schon fertig verkalkte Dentin und Zement. Es bleiben dann solche Partien unverkalkten Dentins länger erhalten. SCHUG-KÖSTERS (38) schreibt, dass die Entzündung, die durch Infektion vom Wurzelkanal her bedingt ist, auch auf das Periodontium der Wurzelinnenfläche, bei den Molaren bis hinauf zur Bifurkation, übergreifen hat. Hier sehen wir an stelle des gefässreichen, lockeren Wurzelhautgewebes ausserordentlich zellreiches, entzündlich verändertes Granulationsge-

webe. Im Gegensatz zur physiologischen Resorption sind beim entzündlichen Resorptionsgewebe häufig die als Zementoklasten zu bezeichnenden Riesenzellen zu finden. Es handelt sich also um Wurzelhautgewebe, auf das die Entzündungen von der Wurzelpulpa her übergegriffen haben oder durch das vom Wurzelkanal her direkt infiziert worden ist. Dies ist besonders bei den am meisten kariösen Milchmolaren der Fall.

Die Resorption hört auf, wenn Pulpenbezirke stark entzündlich infiltriert sind und dort, wo eiteriges Material in direkter Verbindung mit dem Resorptionsgewebe steht. Bei der Pulpitis ulcerosa mit Gangrän der Kronenpulpa, die man bei Milchzähnen recht häufig findet, wird die innere Resorption durch die zurückbleibenden ulcerierenden Pulpen der Wurzelkanäle fortgesetzt. Sie setzt darüber hinaus sogar in verstärktem Masse ein, wie die zahlreichen Buchten erkennen lassen (RADÜNZ (35)). Die Intensität der Resorptionsfähigkeit der Pulpa scheint sich also vor ihrem drohenden Zerfall noch zu steigern, selbst wenn sie bereits erkrankt ist.

Die Resorption der Milchzahnwurzeln mit toter Pulpa.

Sie ist nicht immer völlig aufgehoben, doch ist das Tempo verlangsamt, da die Resorption nur an den Aussenflächen der Wurzeln erfolgen soll. RADÜNZ (35) fand in vielen Fällen an extrahierten gangränösen Milchzähnen Riesenzellen in den Resorptionslakunen haften. Fast regelmässig traf sie Resorption von der Wurzeloberfläche aus bis auf eine dünne Kanalwand an bei Zähnen mit Milchzahngangrän. Entweder ist das übrigbleibende Hartgewebe nicht mehr abbaufähig oder das Resorptionsgewebe ist durch toxische Produkte des Wurzelkanals geschädigt und kann nicht mehr weiter resorbieren.

Nach HARNDT (11) schreitet auch bei der unkomplizierten Pulpengangrän der Abbau an den Wurzeln in geordneten Bahnen fort, weil

- a) noch immer viele Riesenzellen vorhanden seien und
- b) Zementanlagerungen, die bei einer Unterbrechung der Resorption fast regelmässig einsetzen, fehlen. HARNDT (11) zieht folgenden Schluss daraus: Die Resorption der Milchzahnwurzeln schreitet in normaler Weise fort, auch wenn in ihr keine vitale Pulpa ist. Die Besonderheit, dass bei gangränös zerfallener Pulpa meist eine dünne Wand um den Kanal herum stehen bleibt, erklärt er histo-bakteriologisch: Das nekrotische oder infizierte Dentin wird offenbar von den resorbierenden Zellen schwerer abgebaut als das normale. Bei akuten periapikalen Prozessen erleidet die Resorption des Milchzahnes eine Unterbrechung, die auch bei der chronischen apikalen Parodontitis im wesentlichen bestehen bleibt.

Eiterig eingeschmolzene Teile der Wurzelhaut können nicht mehr resorbieren, da keine Zellen mehr da sind, die den Abbau besorgen. RADÜNZ (35) glaubt nicht, dass Leukozyten allein die Hartschubstanz auflösen. An entlegenen Teilen

der Wurzel, welche die eitrige Entzündung mit ihrer toxischen Schädigung nicht mehr erreicht, kann der Abbau weitergehen. Bei chronischer, apikaler Entzündung geht eine entzündliche Resorption vor sich. Sie bewirkt keine so starke Einschmelzung wie die physiologische Resorption.

Die durch das Einsetzen der entzündlichen Resorption bedingte Verzögerung in der Wurzelresorption des Milchzahnes wird umso stärker sein, je grössere Teile der Wurzelhaut von der chronischen Entzündung betroffen sind. Der Abbau der nichterkrankten Gebiete der Wurzelhaut geht in normalem Tempo weiter. Eine völlige Resorption der Wurzel bis zur Krone tritt bei bestehender apikaler Parodontitis nicht ein. Da es bei jedem pulpentoten Zahn auch zu Veränderungen des parodontalen Gewebes kommen kann, fordert auch RADÜNZ (35) mit Recht, dass diese pulpentoten Milchzähne besonders klinisch und röntgenologisch zu überwachen sind, um ihre Exaktion rechtzeitig auszuführen.

Da akute entzündliche Prozesse und Eiterungen im periapikalen Parodontium ein völliges Sistieren der Resorption bewirken, hält RADÜNZ (35) es für erforderlich, Milchzahnwurzelkanäle zu säubern und zu füllen, um dauernde akute Infektion zu verhindern.

WESTIN (46) führt dazu folgendes aus: Die apikale und periradikuläre physiologische Resorption vereinigt sich mit einem zweiten selbständigen, in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Prozess: Einer ausgesprochenen Destruktion der Alveole, nämlich einer marginalen Gingivitis-Alveolostitis oder Milchzahnparodontitis bzw. Parodontose. Beide Prozesse vereinigen sich im Zwischenstadium zu einem physiologisch-pathologischen Abbau, dessen granulomatoses Gewebe immer mehr pathologischen Charakter annimmt. In die chronische, meist purulente Alveolostitis des Endstadiums wird die Pulpa mit einbezogen, während sich eine chronisch granulierende Pulpitis entwickelt. Diese wirkt dentinabbauend und vollzieht die letzte Zerstörung von Hartsubstanz.

Wie bereits oben erwähnt, ist nach SCHUG-KÖSTERS (38) die Resorption im Spätstadium der Milchmolaren nicht mehr rein physiologischer Natur, sondern es spielt sich ein Vorgang ab, bei dem das pathologische Geschehen im Vordergrund steht. Dieses führt zur Zerstörung vor allem des Knochens, während die Milchzahnwurzeln verhältnismässig wenig resorbiert werden.

Zunächst setzt beim Pulpentod der Milchzähne die Infektion ein, denn jede tote Milchzahnpulpa ist infiziert. Das führt zu einer Hemmung des gesunden Wurzelhautgewebes in seiner Tätigkeit. RADÜNZ (35) bestätigt die Ansicht von THOLUCK (41), der schreibt: Für den ungestörten Ablauf der Milchzahnresorption ist die gesunde Wurzelhaut von ausschlaggebender Bedeutung. Bei der Resorption pulpentoter Milchzähne gibt nicht der Fortfall der Pulpa, sondern der Gesundheitszustand der Wurzelhaut den Ausschlag.

REINKE fand, dass die Tätigkeit und der Bestand der osteoklastischen Riesenzellen direkt abhängig ist von dem normalen Verhalten der Wurzelhaut.

SCHUG-KÖSTERS (38) erklärt, dass es wohl zu Resorptionserscheinungen an der Wurzel als Folge der Entzündung kommt; dementsprechend finden sie sich überall dort, wo die Entzündung eingesetzt hat, nicht nur an der Wurzelspitze, sondern auch an den Seitenflächen der Wurzel, besonders an der Innenfläche und unterhalb der Bifurkation am Wurzelzement.

Bei der Infektion des Periodontiums apicale geht der Ausbreitungsweg der aufgelockerten gefässreichen Wurzelhaut entlang den Seitenflächen der Wurzeln, besonders an deren Innenflächen bis hinauf zur Bifurkation. Die Entzündung ergreift auch hier den Knochen, der mit seiner weichmaschigen Spongiosa rasch der Entzündung anheimfällt. Kommt es zur eiterigen Einschmelzung im Raum unterhalb der Bifurkation, so führt der nächste Weg nach aussen zu Entleerung des Eiters an der Bifurkation entlang in das Wurzelhautgewebe, das den Boden der Zahnfleischtaschen bildet. Dabei wird also im wesentlichen Knochen von der Resorption ergriffen.

Die Röntgenbilder von RETHMANN (36), der sich ausführlich mit deren Auswertungen an pulpengesunden und pulpentoten Milchmolaren beschäftigte, zeigen wenig resorbierte Wurzeln, jedoch grosse Knocheneinschmelzungen.

Wenn auch die schützende Knochenschicht des Ersatzkeimes angegriffen wird, haben wir es mit den sog. "Turnerzähnen" zu tun. Die pathologische Resorption des Knochens beginnt unterhalb der Bifurkation. Im Röntgenbild sind Schatten zu sehen unterhalb der Bifurkation, wenn auch im Bereich der Wurzelspitze noch keine Veränderung sichtbar ist. Daher kann nach SCHUG-KÖSTERS (38) die im Röntgenbild wahrnehmbare verwaschene Struktur des Knochens und unscharfe Zeichnung der Alveole als diagnostisches Hilfsmittel für Erkrankungen mit beginnender Nekrose der Pulpa und Infektion des Periodontiums angenommen werden.

Während an den Wurzelspitzen kaum Veränderungen zu sehen sind, vergrössern sich im weiteren Verlauf die Einschmelzungsbezirke unterhalb der Bifurkation.

Das entzündete Periodontium ist auf Kosten des Knochens stark verbreitert. Inmitten des Granulationsgewebes sind häufig noch kleine Knochen zu sehen.

Der pathologische Prozess spielt sich also, meist als Folge des Pulpentodes, im Knochen in Form der Ostitis ab.

Das Ziel der physiologischen Resorption, nämlich Abbau der Wurzeln mit dem Endzweck der Ausstossung des Zahnes, wird hierbei nicht erreicht.

III. RESUMÉE

Es ist nicht leicht, beim Studium von möglichst vielen Autoren -sollte jede Meinung in genauen Details berücksichtigt werden- ein wohlgeordnetes und immer folgerichtiges Bild von den komplizierten Vorgängen der Resorption wiederzugeben. Ich möchte deshalb zum Schluss des Literatururteils nur unter Berücksichtigung der ausführlichsten Arbeiten in der Literatur kurz zu folgender Zusammenfassung kommen:

Dem Durchbruch der bleibenden Zähne geht die Resorption der Milchzahnwurzeln voraus. Neben Resorption vollziehen sich auch Neubildungen. Diese Appositionen finden während der sog. Resorptionspausen statt. Neben Resorption können also auch gleichzeitig Appositionsprozesse stattfinden, bezeichnet als Wechselseitigkeit in der Funktion.

Verlauf und Ursachen der Resorption sehen die Autoren in:
der erbten Tendenz des Körpers, ein bestimmtes Entwicklungsziel, die **Resorption, zu erreichen**;
dem zwischen Milchzahnwurzel und Zahnkeim liegenden gefässreichen Gewebe des Zahnsäckchens ohne Abhängigkeit von der Vitalität der Pulpa;
dem Druck des bleibenden Zahnes, der zu einer Hyperämie im Zahnsäckchen führt;
einer allgemeinen Hyperämie;
dem Follikelsäckchen der Zahnkeime;
der äusseren Fläche des Zahnsäckchens der permanenten Zähne;
der Wurzelhaut des Milchzahnes und bedingter Unterstützung der Pulpa beim Resorptionsprozess insofern, als nur bei lebender, nicht infizierter Wurzelpulpa das Periodontium resorptionsfähig ist;
drei verschiedenen Prozessen;
1. physiologischer Abbau der Wurzel und Alveole,
2. Gingivitis-Alveolarostitis,
3. eingeschlossene chronische Pulpitis, die zeitlich aufeinanderfolgen und die sämtlich die Voraussetzung für den "normalen" Verlauf des Ausfalls bilden;
einem Granulationsgewebe mit Riesenzellen;
den Riesenzellen: Osteo-, Odonto- und Zementoklasten.

Nur wenige Verfasser bestreiten die bedingte Unterstützung der Pulpa beim Resorptionsprozess in seiner Gesamtheit, verlaufend unter normalen physiologischen und pathologischen Bedingungen, in lakunärer und glatter Form.

Im folgenden sollen fünfzig Röntgenbilder vom Unterkieferseitenzahnbereich auf ihre Resorptionerscheinungen und ihre Veränderungen am Zahnkeim und deren näheren Umgebung untersucht werden, wobei in manchen Fällen auch die jeweilige klinische Untersuchung mitherangezogen werden musste.

C EIGENE VERSUCHE

Nach folgenden Punkten werden die von mir angefertigten Röntgenbilder ausgewertet und geordnet:

1. Gesundheitszustand der Milchmolaren: kariesfrei, kariöse Zerstörung mit Pulpengefährdung, tiefe kariöse Zerstörung mit Pulpentod.
2. Zahnkeimlage zum Milchmolaren: Zahnkeim fehlt, zentrale Zahnkeimlage, angedeutete (bis zu 1 mm) mesiale oder distale, ausgesprochen mesiale oder distale Zahnkeimlage.
3. Beschaffenheit der Zahnkeimrandzone: Zahnkeimrandzone erhalten, beginnende Auflösung, völlige Auflösung, diffuser Übergang in die Umgebung.
4. Entwicklungsstand des Zahnkeimes: Okklusionsfläche der Krone entwickelt, halbe Kronenausbildung, 3/4 der Krone gebildet, Krone vollständig gebildet, beginnende Wurzelbildung, bis zur Hälfte der Wurzel gebildet, Wurzelwachstum abgeschlossen, jedoch apikal offen oder apikal geschlossen.
5. Resorptionszustand der Milchmolaren, mesiale und distale Wurzel getrennt beurteilt. Einschmelzungsgrad der Wurzel: Nicht erkennbar, beginnende Resorption, 1/3 Resorption der Wurzellänge, 2/3 Resorption, gesamte Wurzel resorbiert, beginnende Kroneneinschmelzung, totale Resorption.
6. Vergleich des Resorptionszustandes der mesialen und distalen Wurzel: Gleicher oder ungleicher Resorptionszustand (mit der Bedingtheit durch Zahnkeimlage, durch Nachbarkeime, durch pathologische Verhältnisse, z.B. der pulpentoten Milchzähne, durch Besonderheiten seitens des Zahnkeimes).
7. Art der Resorption:
 - a) Einschmelzung von der Wurzel her bei apikaler Lage,
 - b) Einschmelzung vom interradiären Raum her bei interradiärer Lage des Zahnkeimes,
 - c) einseitige, interradiäre Anlagerung des Zahnkeimes mit oder ohne Resorption der anderen Wurzel,
 - d) einseitige Resorption der Wurzelspitze,
 - e) anderseitige Resorption vom interradiären Raum her,
 - f) Einschmelzung bis an das Wurzelkanallumen reichend, über das Kanallumen hinausgehend,
 - g) Besonderheiten.
8. Verhalten des interradiären Knochens: Breitmaschig, engmaschig, oder nur noch geringfügig erhalten, oder unter pathologischen Verhältnissen aufgelöst.

9. Okklusale Höhenlage des Zahnkeimes: Prämolarenkeim ist in seiner Höhenlage in Beziehung gesetzt zum Sechsjahrmolaren, sofern dieser durchgebrochen ist: Voller Durchbruch des Prämolaren, Durchbruchsstand bis zur halben Kronenhöhe des Sechsjahrmolaren, okklusale Höhenlage bis zur Bifurkationsstelle reichend, Höhenlage zwischen Bifurkationsstelle und halber Wurzellänge, okklusale Höhenlage in der unteren Hälfte der Wurzel des Sechsjahrmolaren.
10. Vergleich des Resorptionszustandes zwischen rechter und linker Kieferhälfte.

Abbildung 1

B. G.

6 Jahre alt



Rechte Seite:

IV distal tiefe kariöse Zerstörung mit offener Pulpa; distale Lage des Zahnkeimes P_1 . 1/3 der mesialen und 1/2 der distalen Wurzellänge des Milchmolaren ist resorbiert; Resorption vom interradiären Raum her, der auf die Wurzelhaut der distalen Wurzel übergegriffen hat und zu einer Ostitis im interradiären Raum geführt hat. Im Gegensatz zur distalen Wurzel reicht die Resorption an der mesialen Wurzel bis an das Kanallumen. Der interradiäre Knochen ist aufgelöst. Der 1. Prämolarenkeim hat eine okklusale Höhenlage bis zur Bifurkations von 6 erreicht. V kariesfrei, angedeutete distale Zahnkeimlage. Die Krone von P_2 ist vollständig ausgebildet. Beginnende Resorption der mesialen Wurzel, Resorptionsgrad der distalen Wurzel noch nicht erkennbar. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten; okklusale Höhenlage von P_2 ist wie bei P_1 .

Linke Seite:

IV distal kariös, V kariesfrei. Die Zahnkeimlage von P_1 ist nach distal gekippt, von P_2 gering der distalen Wurzel angelagert. Die Kronen der Keime sind zu 3/4 ausgebildet. An beiden Milzhähnen; Beginnende Wurzelresorption, an IV vom Apex her, an V vom interradiären Raum her. Beginnende interradiäre Knochenauflösung von IV; der interradiäre Knochen von V ist breitmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage der Zahnkeime ist gleich mit der der rechten Seite.

Geringe stärkere Resorption auf der rechten Kieferhälfte.

Abbildung 2

M.M.

6 1/2 Jahre alt



IV | IV zur Zeit der Aufnahme in Behandlung

Rechte Seite:

IV mesial, distal und okklusal kariös mit Pulpengefährdung, die Lage des Zahnkeimes ist angedeutet distal; 3/4 der Krone von P_1 bereits gebildet; beginnende Resorption von apikal, und zwar vom Eckzahnkeim her, sowie vom interradiären Raum her. Der interradiäre Knochen ist im Abbau.

V geringe mesiale Karies; der Zahnkeim liegt zum Milchmolaren zentral. Die Resorption scheint an der mesialen Wurzel vom interradiären Raum her zu beginnen. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage von P_2 ist um wenig niedriger als die von P_1 .

Linke Seite:

IV mesiale Karies und geringe distale Sekundärkaries mit Pulpengefährdung. Der Zahnkeim P_1 liegt angedeutet distal. Die Hälfte der Krone von P_1 ist gebildet; 1/3 der distalen Wurzel vom Apex her resorbiert, gegenüber beginnender Resorption an der mesialen Wurzel vom interradiären Raum her. Geringe Spongiosaverbreiterung unterhalb der Bifurkation. V zentral gering kariös; Pulpa noch vital; zentrale Zahnkeimlage. Sein Entwicklungsstand; Okklusionsfläche der Krone gebildet. An beiden Wurzeln beginnt die Resorption von interradiär her. Der interradiäre Knochen ist verschwommen gezeichnet. Die okklusale Höhenlage der Zahnkeime ist symmetrisch der der rechten Seite.

Der Resorptionsstand von rechter und linker Kieferhälfte ist gleich.

Abbildung 3

W. Y.

4 1/2 Jahre alt



Rechte Seite:

IV] distal kariös. Der Zahnkeim ist an die Innenseite der distalen Wurzel angelagert. Die Zahnkrone ist zur Hälfte ausgebildet. Beginnende Resorption an der distalen Wurzel von apikal her bis an das Kanallumen reichend. An der mesialen Wurzel ist noch keine Resorption erkennbar. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

V] geringe mesiale Karies; der Zahn ist noch vital; der Zahnkeim liegt zentral, die Zahnkeimrandzone ist breitspaltig erhalten, seine Zahnkrone zu 1/4 gebildet. Eine Resorption kann man noch nicht erkennen. Der interradiäre Knochen ist noch erhalten. Die okklusale Lage steht bei P_1 um ein Geringes höher als bei P_2 .

Linke Seite:

IV] kariesfrei; Zahnkeimlage wie auf der rechten Seite an die distale Wurzel angelagert. Die Krone ist halb gebildet. Die mesiale Wurzel weist noch keine Resorption im Gegensatz zur distalen auf, bei der die beginnende Resorption schon eine Verbindung mit der Pulpa hat; ungleicher Resorptionsstand auf Grund der gering einseitigen Lage des Keimes. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten; der Periodontalspalt ist in der Bifurkation verbreitert.

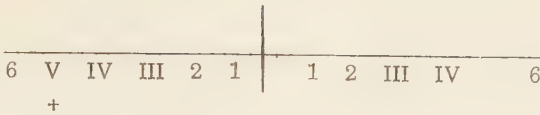
V] kariesfrei, zentrale Füllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral, 1/4 seiner Krone ist fertig gebildet. Es sind noch keine erkennbaren Resorptionserscheinungen vorhanden.

Linke und rechte Kieferseite weisen gleichen Resorptionsstand auf.

Abbildung 4

D.J.

8 Jahre alt



Rechte Seite:

IV kariesfrei mit vitaler Pulpa. Der Zahnkeim mit aufgelöster okklusaler Randzone liegt gering distal, sein Wurzelwachstum ist noch nicht abgeschlossen. Mesiale und distale Wurzel sind zu $1/3$ von apikal her resorbiert, bedingt durch P_1 und distale Verlagerung des Eckzahnkeimes. P_1 liegt um $1/2$ Kronenlänge höher als P_2 .

V tiefe kariöse Zerstörung mit Pulpentod. Zentrale Zahnkeimlage; die Zahnkeimrandzone ist mesial bis zur halben Kronenhöhe, distal bis zur Schmelzzementgrenze unter pathologischen Verhältnissen aufgelöst. Die mesiale Wurzel ist zu $1/3$ resorbiert, die distale Wurzel um etwas weniger. Die Einschmelzung reicht vom interradiären Raum an der Bifurkation bis an die Pulpa. Der interradiäre Knochen und die Knochenbezirke um die Krone von P_2 herum zeigen beginnende Auflösungserscheinungen.

Linke Seite:

IV zentral gering kariös, Pulpa vital; der Zahnkeim liegt unter der distalen Wurzel des Milchmolaren; seine knöcherne Randzone ist an der Berührfläche mit der distalen Wurzel aufgelöst. Das Wurzelwachstum des Keimes ist wie rechts noch nicht abgeschlossen. Die Resorption der mesialen Wurzel zu $1/3$ schreitet hauptsächlich durch den Eckzahnkeim von mesioapikalwärts fort, während die distale Wurzel schon fast ganz durch die einseitige Anlagerung des Keimes resorbiert wurde. Der Keim ist bereits soweit vorgerückt, dass kein Knochen mehr sichtbar ist.

V wurde frühzeitig wegen Lockerung extrahiert. Am Keim hat sich die Randzone breitspaltig erhalten; Neubildung von grobmaschiger Spongiosa okkusal; die Wurzel zu $1/2$ gebildet. Die okklusale Höhenlage: Schmelzzementgrenze von 6.

Links stärkerer Abbau als rechts.

Abbildung 5

S.B.

5 1/4 Jahre alt



Rechte Seite:

IV tiefe distale Karies, die schon bis zur Kronenpulpa fortgeschritten ist und die Wurzelhaut der distalen Wurzel in einen pathologischen Prozess miteinbezogen hat. Pulpa vital; distale Zahnkeimlage. Die Zahnkeimrandzone ist am Berührungspunkt mit der distalen Wurzel nicht mehr sichtbar. 1/4 der Krone des Zahnkeimes hat sich entwickelt. An beiden Wurzeln beginnende Resorption, mesial etwas mehr. Die Einschmelzung hat das Kanallumen noch nicht erreicht. Geringe Spongiosaverbreiterung unterhalb der Bifurkation.

V tiefe zentrale kariöse Zerstörung mit Pulpentod. Es ist ein angedeuteter vielleicht zur Ausbildung kommender Zahnkeim mit dünner Knochenspange vorhanden; diese Randzone ist jedoch mesial pathologisch aufgelöst oder überhaupt nicht zur Entwicklung gelangt. An beiden Wurzeln beginnende Resorption vom interradiären Raum her. Eine besondere Art der Resorption ist im jetzigen Stadium noch nicht zu erkennen; sicher wird sich eine pathologische einstellen.

Linke Seite:

IV distale kariös; der Zahnkeim liegt distal mit einer geringen distalen Drehung. Die Krone von P_1 ist zu 1/2 gebildet. 1/3 der distalen Wurzel ist bereits resorbiert, mesial weniger, bedingt durch die Zahnkeimlage. Beide Wurzeln werden von apikal her resorbiert; die Einschmelzung reicht distal bis an das Kanallumen. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

V auf Grund tiefer Karies pulpentot. Der Zahnkeim fehlt. An dessen Stelle: Breite, verschwommene Spongiosamaschen. An den Wurzeln ist noch keine deutliche Resorption zu erkennen.

Linke und rechte Seite zeigen gleichen Resorptionsstand. Wahrscheinlich wird auf beiden Kieferhälften kein 2. Prämolare zur Ausbildung kommen.

Abbildung 6

D.E.

5 1/2 Jahre alt



Rechte Seite:

IV geringe mesio-cervicale Karies, tiefe distale Amalgamfüllung bis zur Pulpa. Der Zahnkeim liegt distal; die Randzone ist okklusal in Nähe der distalen Wurzel vollständig aufgelöst. Entwicklungsstand des Zahnkeimes: Halbe Krone ausgebildet. Während an der mesialen Wurzel noch keine Resorption stattgefunden hat, ist die distale Wurzel bis zur Hälfte resorbiert, bedingt einerseits durch die distale Lage von P_1 , andererseits durch den pathologischen Prozess auf der distalen Wurzelhälfte. Um den ganzen distalen Wurzelrest herum hat sich eine Ostitis verbreitet, die bis zum darunterliegenden Zahnkeim reicht. Der Knochen ist distal ganz und interradiär bis zur Hälfte der Wurzellänge aufgelöst.

V zentral gering kariös, mesiale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral zum Milchmolar und ist in seiner Okklusionsfläche ausgebildet. Die mesiale Wurzel weist noch keine erkennbare Resorption auf, im Gegensatz zur distalen Wurzel, die vom interradiären Raum her beginnende Resorption zeigt; interradiärer Knochen mit Auflösungserscheinungen. Die okklusale Höhenlage von P_2 , der nach mesial gekippt ist, ist um ein geringes niedriger als die von P_1 .

Linke Seite:

IV unter der distalen Amalgamfüllung zeigt sich tiefe kariöse Zerstörung, die zum Pulpentod geführt hat. Distale Zahnkeimlage; von der distalen Wurzel geht ein ostitischer Prozess aus und breitet sich im interradiären Raum weiter aus. Die Krone von P_1 ist vollständig gebildet; beide Wurzeln sind bis zu 2/3 ihrer Länge resorbiert. Der interradiäre Knochen ist nur in Umgebung von P_1 noch geringfügig erhalten. V zentral kariös, mesiale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Zentrale nach mesial gekippte Zahnkeimlage mit ausgebildeter Okklusionsfläche. An beiden Wurzeln beginnt die Resorption interradiär von apikal her; der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. In seiner okklusalen Höhenlage steht P_1 gleich wie P_2 .

Stärkerer resorptiver Abbau auf der linken Seite gegenüber der rechten Kieferhälfte.

Abbildung 7

G.R.

4 1/2 Jahre alt



Rechte Seite:

IV] distaler kariöser Defekt, der bereits bis zur Pulpa vorgedrungen ist. Angedeutete distale Zahnkeimlage mit ausgebildeter Okklusionsfläche und distal pathologisch aufgelöster Randzone; 1/3 der distalen Wurzel ist bereits resorbiert, bedingt durch den kariösen Prozess, der sich auf Pulpa und Wurzelhaut auswirkt und im interradiären Raum zu einer Ostitis geführt hat; beginnende Resorption an der mesialen Wurzelspitze. Der interradiäre Knochen ist nur noch gering erhalten. V] mesial gering, zentral stärker kariös mit Pulpengefährdung. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Okklusionsfläche ist entwickelt. Beginnende Resorption der distalen Wurzel vom interradiären Raum her, 1/3 Resorption der mesialen Wurzel. Bei beiden Wurzeln hat die Einschmelzung das Kanallumen noch nicht erreicht.

Linke Seite:

IV] distale Karies mit Pulpengefährdung. Der Zahnkeim ist gering nach distal verschoben. Die Krone ist zur Hälfte gebildet. 1/3 der distalen Wurzel ist resorbiert; an der mesialen Wurzel sind noch keine Resorptionserscheinungen erkennbar. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. V] zentrale Karies, vitale Pulpa. Zentrale Zahnkeimlage mit bis zur Okklusionsfläche ausgebildeter Krone; beidseitig beginnende Resorption von interradiär her und distal der distalen Wurzel durch I6. Der interradiäre Knochen ist noch erhalten. P₂ liegt etwas höher als P₁.

Der Resorptionsstand ist auf beiden Kieferhälften ungefähr gleich.

Abbildung 2

P.H.

9 Jahre alt



Rechte Seite:

IV Zentraler, zentrale Füllung, Pulpa vital. Der Zahnteil liegt zentral und lingual. Die Wurzellänge von P_1 ist fertig gebildet, jedoch apikal offen.

Die Wurzeln sind noch nicht vollständig resorbiert. Da der Kiefer dem Wurzelteil überproportional ist, ist der Einschmelzungsgrad und Zustand des interradialen Knochens nicht erkennbar.

Der Zahnteil P_2 liegt medial und ebenfalls lingual. Er hat 1/3 der Wurzel gebildet.

V ist noch nicht allzu stark resorbiert.

Linke Seite:

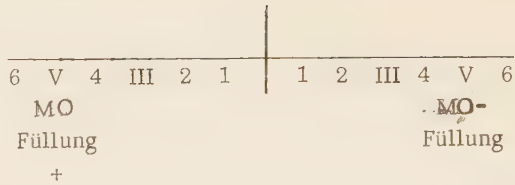
Auf der linken Kieferhälfte sind keine Milchmolaren mehr vorhanden.

Auf der linken Seite ist der Resorptionsstand stärker als auf der rechten.

Abbildung 9

O.E.

10 Jahre alt



$\overline{4}$ und $\overline{4}$ noch nicht vollständig durchgebrochen.

Rechte Seite:

$\overline{4}$ bis zur halben Kronenhöhe durchgebrochen, Wurzelwachstum abgeschlossen, jedoch apikal offen.

$\overline{V}$ distale und mesiale Karies mit toter Pulpa. Zentrale Zahnkeimlage; 3/4 der Wurzel gebildet. Beide Milchzahnwurzeln sind gleich stark zu 1/3 vom interradiären Raum her resorbiert. Die okklusale Höhenlage von P_2 reicht bis zur Schmelzzementgrenze des Sechsjahrmolaren.

Linke Seite:

$\overline{4}$ noch nicht mit vollständiger Krone durchgebrochen; sein Längenwachstum ist abgeschlossen, jedoch noch mit offenem Apex.

$\overline{V}$ kariesfrei, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral. 1/3 der mesialen Wurzel resorbiert, der Resorptionsgrad der distalen Wurzel ist um etwas geringer. Die Resorption an der mesialen Wurzel mit verbreitertem Periodontalspalt beginnt von apikal und interradiär her, an der distalen Wurzel von interradiär und distal her durch enge Anlagerung des Sechsjahrmolaren. Der interradiäre Knochen ist vollständig aufgelöst. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Schmelzzementgrenze des Sechsjahrmolaren.

Die Abbauerscheinungen sind im linken und rechten Milchmolarenbereich gleich.

Abbildung 10

G.C.

6 1/4 Jahre alt

6	V	IV	III	2	1		1	2	III	IV	V	6
Amalgam											+	

IV nur noch als Rest vorhanden.

Rechte Seite:

IV nur noch als Kronenscherben vorhanden; keine Vitalität und keine Zahnkeimlage mehr feststellbar. Der zwischen Scherben und Zahnkeim gelegene Knochen ist aufgelöst. Nur noch eine dünne knöcherne Randzone umgibt den Keim okkusal. 3/4 der Krone von P_1 gebildet.

V kariesfrei, zentrale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine Okklusionsfläche ist entwickelt. Geringe apikale Resorption. Auf Grund der lingualen Lage von 6 und dadurch bedingten Überprojektion ist der Resorptionszustand der distalen Wurzel nicht festzustellen. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten.

Linke Seite:

IV kariesfrei, vitale Pulpa. Der Zahnkeim liegt distal; seine Krone ist zu 3/4 gebildet. Die distale Wurzel ist zur Hälfte resorbiert; an der mesialen beginnende Resorption; Resorption von der Wurzel her. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

V zentrale Karies und Füllungsrest. Die Zahnkeimlage ist angedeutet distal, die Okklusionsfläche der Krone ist entwickelt. Soweit wegen Überprojektion von 6 erkennbar, beginnt die Resorption der distalen Wurzel vom interradiären Raum her. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. Wie auf der rechten Seite liegt P_1 höher als P_2 .

Die Resorption ist auf der rechten Seite weiter fortgeschritten als auf der linken Kieferseite.

Abbildung 11

R.E.

10 Jahre alt



IV locker, als Rest vorhanden.

Rechte Seite:

IV kariesfrei, pulpentot, tiefe Amalgamfüllung. Die Zahnkeimlage zum Milchmolaren ist zentral; die Zahnkeimrandzone ist okklusal aufgelöst; die Hälfte der Wurzel ist gebildet. Mesiale und distale Wurzel sind zu 3/4 resorbiert; die Einschmelzung erfolgt von apikal her. Die okklusale Höhenlage des Zahnkeimes hat die halbe Krone des Sechsjahrmolaren erreicht. Der Knochen ist in der seitlichen Umgebung der Zahnkeimkrone aufgelöst, besonders deutlich auf der mesialen Seite.

V kariesfrei, tiefe Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt unter der distalen Wurzel des Milchmolaren; beginnende Kronenbildung. Die mesiale Wurzel ist zu 3/4, die distale zu 1/2 resorbiert; Ungleich-e Einschmelzung, bedingt durch die distale Durchbruchrichtung von P_1 , dessen distale Kronenfläche die nach mesial gespreizte Wurzel zur Resorption brachte. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. Der Keim liegt okklusal in Höhe der Bifurkation von 6.

Linke Seite:

IV ist nur noch als kleiner distaler Kronenscherben vorhanden. Das Längenwachstum von P_1 dürfte noch nicht ganz abgeschlossen sein. Der Zahn steht kurz vor dem Durchbruch. V kariesfrei, vitale Pulpa, zentrale Amalgamfüllung. Zahnkeimlage wie auf der rechten Seite. Die Randzone ist breitspaltig erhalten; beginnendes Wurzelwachstum. Beide Wurzeln sind bis zur Hälfte resorbiert von apikal her. Der interradiäre Knochen ist noch vorhanden. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze von 6.

Auf der linken Kieferhälfte ist die Resorption etwas stärker fortgeschritten.

Abbildung 12

S. G.

9 Jahre alt



Rechte Seite:

IV nicht mehr vorhanden. P_1 bis zur halben Wurzel gebildet, seine knöcherne Randzone ist okklusal und apikal noch fein erhalten. Über ihr sind bereits Spongiosamaschen. Der Zahnkeim, sowie die ganze rechte Front ist nach distal gekippt.

V kariesfrei, mit zwei zentralen Amalgamfüllungen in Pulpanähe. Der Zahn ist noch vital. Der Zahnkeim liegt distal; seine Krone ist vollständig gebildet. Beide Wurzeln sind bis zu 3/4 ihrer Länge vom Apex her resorbiert. Die okklusale Höhenlage von P_2 ist gering niedriger als die von P_1 .

Linke Seite:

IV distal kariös, zentrale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt distal; seine Wurzel ist zur Hälfte gebildet. Beide Milchzahnwurzeln sind zu 1/3 resorbiert, wobei die Einschmelzung an der distalen Wurzel bis zum Kallumen reicht. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten.

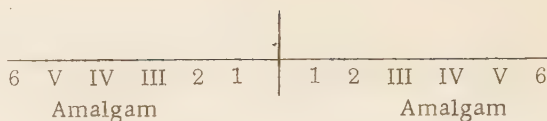
V kariesfrei, distale und mesiale Amalgamfüllung. Distale Zahnkeimlage; die Krone ist voll ausgebildet. Beginnende Resorption an der distalen Wurzel und 1/3 Resorption der mesialen Wurzel vom interradiären Raum her. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage reicht bei P_2 bis zur Bifurkation von 6, bei P_1 liegt sie etwas höher.

Auf der rechten Seite stärkere Resorptionserscheinungen als auf der linken.

Abbildung 13

W. U.

6 1/2 Jahre alt



Rechte Seite:

IV distale Amalgamfüllung mit geringer Sekundärkaries; distale Zahnkeimlage mit ausgebildeter Krone. 1/3 der distalen Wurzel ist von apikal her resorbiert gegenüber beginnender Resorption der mesialen Wurzel vom Apex her. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

V kariesfrei, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine Okklusionsfläche der Krone ist entwickelt. An der mesialen Wurzel beginnt die Resorption von interradiär her, an der distalen Wurzel vom interradiären Raum und vom Apex her. Der okklusale Höhenstand von P_2 ist niedriger als der von P_1 . Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

Linke Seite:

IV kariesfrei, distale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Distale Zahnkeimlage. Beginnende Resorption an der mesialen Wurzel vom Apex her, 1/3 der distalen Wurzel ist auf Grund der Zahnkeimlage von apikal her resorbiert. Auflösungserscheinungen am interradiären Knochen.

V kariesfrei, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal. An beiden Wurzeln liegt eine beginnende Resorption vor. Die okklusale Höhenlage von P_2 ist geringer als die von P_1 .

Die Resorption ist auf beiden Kieferhälften gleich weit fortgeschritten.

Abbildung 14

W.K.

4 1/2 Jahre alt



Rechte Seite:

IV kariesfrei, Pulpa gesund. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine Krone ist zur Hälfte gebildet. Beginnende Resorption der mesialen Wurzel von apikal her, 1/3 Resorption der distalen Wurzel ebenfalls vom Apex her. Der interradiäre Knochen zeigt beginnende Auflösungserscheinungen.

V kariesfrei, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Krone ist zu 1/3 gebildet. An beiden Wurzeln beginnt die Resorption gleichmässig vom interradiären Raum her.

Linke Seite:

IV kariesfrei, Pulpa gesund. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine Krone ist zur Hälfte ausgebildet. Beide Wurzeln werden von apikal her resorbiert, die distale zu 1/3, an der mesialen beginnende Wurzelresorption. Die Resorption der distalen Wurzel reicht bis an das Kanallumen. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. V zeigt gleiche Erscheinungen wie V.

An den beiden Wurzeln von IV und IV ist trotz fortgeschrittener Resorption besonders deutlich der in normaler Breite erhaltene Periodontalspalt zu erkennen.

Der Resorptionsstand ist auf beiden Kieferhälften gleich.

Abbildung 15

N.G.

5 3/4 Jahre alt



Rechte Seite:

IV kariesfrei, die zentrale Amalgamfüllung reicht bis zur Pulpa. Zentrale Zahnkeimlage. Die Krone von P_1 ist fertig gebildet. Beide Wurzeln sind bis auf einen kleinen Stumpf gleichmässig resorbiert. Die okklusale Höhenlage reicht von P_1 bis zur halben Krone von 6.

V pulpentot. Der Zahnkeim liegt zentral. Beginnende Kronenresorption. Der Knochen in der Umgebung des Milchzahnrestes ist engmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage ist etwas geringer als bei P_1 .

Linke Seite:

IV distal kariös, Pulpa vital, tiefe zentrale Amalgamfüllung. Zentrale Zahnkeimlage mit gebildeter Krone. Beide Wurzeln wurden gleichmässig vom Apex her zu 1/3 resorbiert. Der interradiäre Knochen zeigt Auflösungserscheinungen.

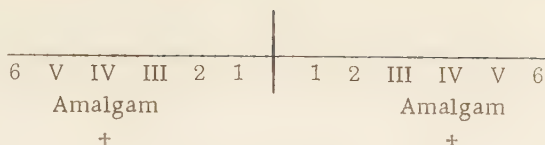
V zentrale Füllung und zentral kariös, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral. Es liegt eine etwas geringere Resorption als bei IV vor, Resorption vom interradiären Raum her.

Die rechte Kieferhälfte weist eine bedeutend stärkere Resorption auf.

Abbildung 16

G.C.

9 3/4 Jahre alt



Rechte Seite:

IV] pulpatot, tiefe zentrale Amalgamfüllung. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal, seine Wurzel ist bis zur Hälfte gebildet. Die distale Wurzel ist 1/3 resorbiert, die mesiale etwas weniger. An beiden Wurzeln ist die Resorption bis zum Kanallumen fortgeschritten. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze des Sechsjahrmolaren.

V] kariesfrei, pulpengesund. Der Zahnkeim mit beginnender Wurzelbildung liegt zentral. Beginnende Resorption an den Wurzelinnenflächen. Der okklusale Höhenstand von P_2 ist tiefer als der von P_1 .

Linke Seite:

Gleiche Verhältnisse wie auf der rechten Seite, mit der Ausnahme, dass P_1 und P_2 links etwas weiter entwickelt sind.

Gleich starker Resorptionsstand auf beiden Kieferhälften.

Abbildung 17

H.M.

6 Jahre alt



Rechte Seite:

IV distal und mesial kariös, Pulpa vital. Der Zahnkeim mit beginnender Wurzelbildung liegt distal. Die mesiale Wurzel ist auf der mesialen Seite schräg zum Apex hin resorbiert; beginnende Resorption der distalen Wurzel apikalwärts her. Starke Auflösungserscheinungen am interradiären Knochen. Die okklusale Höhenlage von P_1 erreicht die Schmelz-Zementgrenze von 6.

V mesial geringfügig kariös mit vitaler Pulpa. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine Krone ist zur Hälfte gebildet. An beiden Wurzeln beginnt die Resorption vom interradiären Raum her; darin auch starke Knochenauflösungserscheinungen. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Bifurkation von 6.

Linke Seite:

IV distale Karies, vitale Pulpa. Der Zahnkeim liegt distal; seine Krone ist fertig gebildet. An beiden Wurzeln vom interradiären Bezirk schräg nach außen glatt verlaufende Resorption mit offenen Kanallumina. Der interradiäre Knochen zeigt starke Auflösungserscheinungen.

V tiefe zentrale Füllung mit Sekundärkaries, die bereits die Pulpa erreicht hat. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal; seine knöcherne Randzone ist breitspaltig erhalten. Die Resorption der mesialen Wurzel beginnt von interradiär her, starke Resorption der distalen Wurzel. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Bifurkation von 6.

Auf der linken Seite sind die Abbauerscheinungen stärker als auf der rechten.

Abbildung 18

K.G.

5 Jahre alt



Rechte Seite:

IV distal gering kariös, vitale Pulpa. Angedeutete distale Zahnkeimlage; beginnende Kronenbildung von P_1 . An der mesialen Wurzel ist noch keine Resorption feststellbar, an der distalen Wurzel beginnende Resorption von interradiär her. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten.

V tiefe kariöse Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim ist noch nicht angelegt. Es sind Spuren einer verdichteten Randzone mit innerer Knochenauflockerung zu sehen. Die Resorption beginnt vom interradiären Raum her, an der mesialen Wurzel stärker hervortretend. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten.

Linke Seite:

IV tiefe kariöse Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim liegt gering distal; seine Okklusionsfläche ist ausgebildet. Beide Wurzeln sind zur Hälfte vom interradiären Raum her resorbiert.

V tiefe Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim fehlt; eine Resorption ist noch nicht feststellbar.

Ungefähr gleich starker Abbau von linker und rechter Kieferhälfte.

Abbildung 19

W.S.

8 3/4 Jahre alt



Rechte Seite:

IV kariesfrei, vitale Pulpa. Der Zahnkeim liegt distal; seine Wurzel ist zur Hälfte gebildet. Beginnende apikale Resorption der mesialen Wurzel durch nachfolgenden Eckzahnkeim mit offenem Kanallumen. Die distale Wurzel ist zu 3/4 vom Apex her resorbiert. Der interradiäre Knochen ist engmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage von P_1 reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze von 6.

V kariesfrei, Pulpa vital. Der Zahnkeim mit voll ausgebildeter Krone liegt angedeutet distal. Schräg nach apikal verlaufende Resorption der distalen Wurzel von interradiär her; die mesiale Wurzel ist von mesial schräg apikalwärts zur Hälfte resorbiert. Der okklusale Höhenstand reicht bis zur Bifurkation des Sechsjahrmolaren.

Linke Seite:

IV nicht mehr vorhanden, 4 im Durchbruch; das Längenwachstum ist abgeschlossen, jedoch noch apikal offen. V distal kariös, vitale Pulpa. Der Zahnkeim ist etwas nach distal gekippt; seine Wurzel ist zur Hälfte gebildet. Die Resorption erfolgt an beiden Wurzeln interradiär her; die mesiale Wurzel ist zu 1/3, die distale etwas stärker resorbiert. Der okklusale Höhenstand reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze von 6.

Der Resorptionsstand von V und V ist gleich.

Abbildung 20

W.B.

7 Jahre alt



Rechte Seite:

IV okklusale Zerstörung mit Pulpengefährdung. Es ist eine geringe distale Zahnkeimlage vorhanden mit aufgelöster Knochenspanne an der Berührfläche mit der distalen Wurzel. Der Zahnkeim P_1 zeigt beginnende Wurzelbildung. An der mesialen Wurzel beginnt die Resorption vom Apex her; das Kanallumen ist bereits eröffnet. Die distale Wurzel ist bis auf einen kleinen Stumpf vollständig resorbiert. Der interradiäre Knochen ist vollkommen aufgelöst.

V mesiale Karies, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral, seine Krone ist bis zur Hälfte gebildet. Beginnende Resorption an der mesialen Wurzel; stärkere Auflösungserscheinungen an der distalen Wurzel. Die Einschmelzung verläuft vom interradiären Raum her.

Linke Seite:

IV zentrale Füllung, tiefe distale Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim ist distal angelagert; sein Entwicklungsstand: Beginnende Wurzelbildung. Spuren einer okklusalen Randzone sind noch im interradiären Raum vorhanden. Die Resorption an der Aussenfläche der mesialen Wurzel ist beginnend; glatte, schräg nach unten verlaufende apikale Resorption der distalen Wurzel um $\frac{1}{3}$ der Länge. Im interradiären Raum zeigt sich eine starke Knochenauflösung. V mesiale Karies und Füllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Knochenrandzone ist seitlich aufgelöst. An der mesialen Wurzel zeigen sich noch keine Resorptionerscheinungen; beginnende Resorption an der distalen Wurzel vom Apex her und vom interradiären Raum in Bifurkationsnähe. Der interradiäre Knochen zeigt Auflösungserscheinungen.

Auf der rechten Kieferhälfte findet stärkerer resorptiver Abbau statt als auf der linken.

Abbildung 21

K.G.

7 Jahre alt



Rechte Seite:

IV mesiale und tiefe distale Karies mit Pulpengefährdung. Der Zahnkeim liegt unter der distalen Wurzel des Milchmolaren; seine Krone ist fertig gebildet. Die mesiale Wurzel ist zu 1/3 resorbiert, die Einschmelzung reicht bis an das Kanallumen; die distale Wurzel ist zu 3/4 resorbiert.

V wurde wegen starker Karies extrahiert;

Auf der linken Seite sind 1. und 2. Milchmolar bereits vollständig resorbiert. Nur noch ein dünner Knochenstreifen liegt okklusal über den bald zum Durchbruch kommenden Prämolarenkeimen P_1 und P_2 .

Der Abbau auf der linken Kieferhälfte ist stärker als der auf der rechten.

Abbildung 22

R.E.

10 Jahre alt



Rechte Seite:

IV zentral gering kariös, distale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Wurzel ist zu 3/4 gebildet. Die mesiale Wurzel ist bereits vollständig resorbiert, ein kleiner distaler Wurzelrest steht noch. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur halben Krone des Sechsjahrmolaren.

V kariesfrei, mesiale Amalgamfüllung, Pulpa vital. Der Zahnkeim, dessen knöcherne Randzone okklusal aufgelöst ist und dessen Wurzel zur Hälfte gebildet ist, liegt distal. 3/4 der mesialen Wurzel ist vom interradiären Raum her resorbiert; distal beginnende Kronenresorption. An der mesialen Kronenhälfte ist nur noch eine Restpulpa vorhanden. In seiner okklusalen Höhenlage liegt P_2 wie P_1 .

Linke Seite:

IV kariesfrei, pulpentot. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Knochenkapsel ist okklusal aufgelöst; 3/4 der Wurzel ist gebildet. Beginnende Kronenresorption. Der Knochen in der Umgebung der Krone von P_1 ist fast völlig aufgelöst. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur halben Krone von 6. V geringe zentrale Karies, Pulpa vital. Zentrale Zahnkeimlage; die Wurzel ist zur Hälfte gebildet. An beiden Wurzeln zeigt sich gleich starke Resorption vom interradiären Raum her, wobei die Resorption das Wurzelkanallumen erreicht hat. Die okklusale Höhenlage von P_2 reicht bis zur Bifurkation von 6.

Geringfügig stärkere Resorption auf der linken Kieferhälfte.

Abbildung 23

D. A.

7 1/4 Jahre alt



Rechte Seite:

IV als mesialer Kronenrest vorhanden. Beginnende Kronenbildung vom Zahnkeim P_1 . Um den Wurzelrest herum ist eine ostitische Veränderung zu sehen. Eine Knochenlamelle über der Zahnkrone von P_1 ist noch erhalten.

V tiefe mesiale kariöse Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim liegt ange-deutet distal, seine Okklusionsfläche ist gebildet; die knoche-rne Randzone geht okklusal diffus in die Umgebung über. Die Hälfte der mesialen Wurzel ist von apikal her resorbiert; an der distalen Wurzel beginnende Resorption von inter-radiär her. Um die mesiale Wurzel breitet sich ein ostitischer Prozess aus, der am interradiären Knochen zu beginnenden Knochenauflösungserscheinungen führt.

Linke Seite:

Oberhalb von P_1 ist noch ein Wurzelrest vorhanden. Die knoche-rne Randzone geht diffus in die weitere Knochenumgebung über. Die Krone ist gebildet.

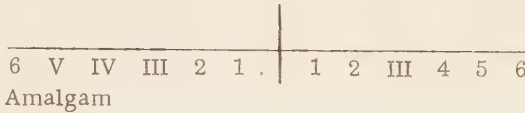
V okklusal stark zerstört, pulpentot. Nach distal gekippte Zahnkeim-lage mit beginnender Kronenbildung. Die Resorption beginnt an der Innenfläche der di-stalen Wurzel in ihrer ganzen Länge. Der Knochen in der Umgebung von V zeigt verwaschene Zeichnung. Die okklusale Höhenlage von P_1 und P_2 reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze von 6.

Gleich starke Resorption auf beiden Seiten.

Abbildung 24

M.W.

12 Jahre alt



Rechte Seite:

IV distal, mesio-cervical und zentral kariös, Pulpa vital. Der Zahnkeim liegt zentral; seine Wurzel hat sich zu 3/4 gebildet. Die Hälfte der distalen Wurzel ist vom Apex her resorbiert; die Resorption reicht bis an das Kanallumen. An der mesialen Wurzel beginnende Resorption. Auf Grund der Überprojektion mit III und dem schräg verlagerten Eckzahnkeim ist ein genaues Resorptionsstadium nicht zu bestimmen. Auflösungserscheinungen am interradiären Knochen. Die okklusale Höhenlage von P_1 reicht bis zur halben Kronenhöhe des Sechsjahmollaren.

V zentrale Amalgamfüllung, mesiale und distale Karies mit Pulpengefährdung. Der Zahnkeim liegt distal; sein Wurzelwachstum ist bis zu 2/3 fortgeschritten. Einseitige Resorption: Distale Wurzel zu 2/3 ihrer Länge von apikal her; beginnende Resorption der mesialen Wurzel ebenfalls vom Apex her. Auch an der Bifurkation beginnt die Resorption in Richtung Pulpa. Der okklusale Höhenstand von P_2 reicht bis zur Schmelz-Zementgrenze von 6.

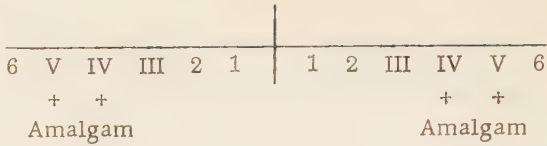
Auf der linken Seite sind IV und V nicht mehr vorhanden. 4 und 5 sind ganz durchgebrochen.

Deutlich schnellere Entwicklung auf der linken Kieferhälfte, vielleicht durch Extraktion bedingt.

Abbildung 25

M.F.

11 Jahre alt



Rechte Seite:

IV kariesfrei, pulpentot, tiefe distale Füllung, den Pulpenraum vollständig ausfüllend. Der Zahnkeim liegt angedeutet distal. Apikale Resorption der mesialen Wurzel durch Eckzahnkeimlage zu 1/3 mit offenem Kanallumen; 1/3 apikale Resorption der distalen Wurzel. Der Knochen im interradiären Raum beginnt sich aufzulösen.

V mesiale und tiefe okklusale Zerstörung mit Pulpentod. Der Zahnkeim liegt distal. Die mesiale Wurzel ist zu 2/3 apikal eingeschmolzen durch Nachbarzahnkeim, apikale distale Wurzelresorption zu 1/3. Der interradiäre Knochen ist breitmaschig erhalten. Die okklusale Höhenlage von P_1 und P_2 reicht bis zur Schmelzzementgrenze von 6.

Linke Seite:

IV bis zur Bifurkation reichende MOD-Amalgamfüllung, pulpentot. Gering distal angelagerter Zahnkeim. Beginnende Resorption an der Bifurkationsstelle. beginnende Resorption der mesialen Wurzel von interradiär her; die distale Wurzel ist zu 3/4 vom interradiären Raum her resorbiert. Der okklusale Höhenstand reicht bis zur Schmelzzementgrenze von 6.

V pulpentot, fast die ganze Krone ist durch Amalgam ersetzt, die Füllung reicht bis in Bifurkationsnähe. Der Zahnkeim mit breitspaltig erhaltener Knochenrandzone liegt unter der distalen Wurzel. Mesiale Wurzel apikal und interradiär zur Hälfte durch Nachbarkeim resorbiert, beginnende apikale Resorption der distalen Wurzel. Die okklusale Höhenlage reicht bis zur Bifurkation von 6.

Gleich starke Resorption auf beiden Seiten.

D DISKUSSION UND ERGEBNISSE

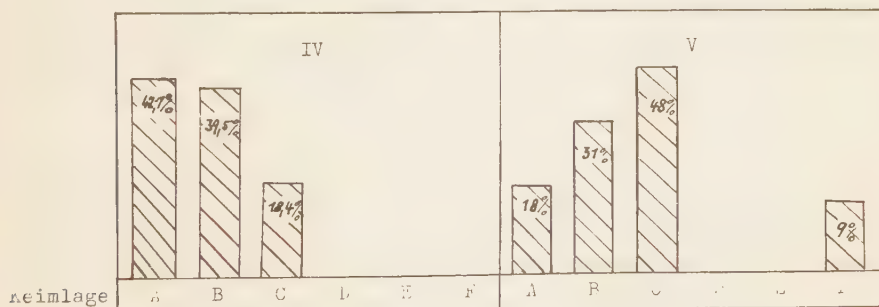
An Hand der Röntgenbilder kann fast ausnahmslos der Befund erhoben werden, dass den Zahnkeim eine Knochenkapsel gleichsam umschliesst. In der Literatur wird hierfür der Druck des Keimes, der nach allen Richtungen gleich ist, als Grund angesehen.

Bei Beginn der Durchbruchsbewegung der Ersatzzähne muss zunächst diese knöcherne Kapsel, die sie über der Kaufläche einschliesst, resorbiert werden. In welcher Masse und zu welchem Zeitpunkt ein solcher Abbau an den Berührungspunkten bzw. -flächen mit den Milchzahnwurzeln geschieht, kann im Röntgenbild, besonders im Anfangsstadium nicht genau erkannt werden. Sehr oft konnte ich an meinem Untersuchungsmaterial eine mehr oder weniger starke Überprojektion von Milchzahnwurzel und Zahnkeimrandzone beobachten (Nr. 1, 2b, 3, 5b, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25b).

Wenn die knöcherne Kapsel des Ersatzzahnes und weiterhin die Alveole des Milchzahnes in Richtung der Durchbruchsbewegung fortgeräumt ist, tritt der durchbrechende Zahn mit dem Milchzahn selbst in mittelbare Beziehung (Meyer (29)).

Meyer (29) schreibt weiter, dass immer dort, wo der Ersatzzahn anrückt, die Resorption beginnt. Zur Untersuchung dieser Feststellung muss die Zahnkeimlage zum zugehörigen Milchmolar in Beziehung gesetzt werden. - Zunächst sollen an Hand von Tabellen die jeweiligen Zahnkeimlagen festgestellt werden.

Von den 79 zur Darstellung gebrachten Zahnkeimen ergibt sich folgendes Gesamtbild:



Erklärungen der Keimlagen siehe S. 58

ABBILDUNG 2

Nr.:	A	B	C	D	E	F	Nr.:	A	B	C	D	E	F
1a	o	+					13b	o	+				
1b	o	+					14a		o	+			
2a		o	+				14b	o		+			
2b		o+					15a			o+			
3a		o	+				15b			o+			
3b		o	+				16a		o	+			
4a		o	+				16b		o	+			
4b	o						17a	o	+				
5a	o					+	17b	o	+				
5b	o					+	18a		o				+
6a	o		+				18b		o				+
6b	o		+				19a	o	+				
7a		o	+				19b		+				
7b		o	+				20a		o	+			
8a			o				20b		o	+			
8b							21a	o					
9a			+				21b						
9b			+				22a	+		o			
10a		+					22b			+o			
10b	o	+					23a		+				
11a	+		o				23b		+				
11b	+						24a	+		o			
12a	+						24b						
12b	o+						25a	+	o				
13a	o	+					25b	+	o				

A = Die Zahnkeimlage ist unmittelbar unter der distalen Wurzel des Milchmolaren gelegen.

B = Der Zahnkeim ist der distalen Wurzel des Milchmolaren an der Innenseite angelagert.

C = Der Zahnkeim ist zentral in der Bifurkation gelagert.

D = Der Zahnkeim ist der mesialen Wurzel des Milchmolaren an der Innenseite angelagert.

E = Der Zahnkeim ist unmittelbar unter der mesialen Wurzel des Milchmolaren gelagert.

F = Der Zahnkeim fehlt

o = 1. Prämolarenzahnkeim

+ = 2. Prämolarenzahnkeim

Zahnkeimlagen vom Typ D und E konnte ich nicht feststellen. Nach Rethmann (36) sind sie sehr selten; sie haben einen Anteil von 0,2 % bis 1,7 %, im Höchstfall 2,6 %.

Sodann wird die Zahnkeimlage mit dem Resorptionsstand der mesialen und distalen Milchmolarenwurzel verglichen.

Typ	IV	V	ges.	in %
A	16	8	24	30,3
B	15	14	29	36,7
C	7	19	26	33,0

ABBILDUNG 3
Einzelaufteilung

Es lagen also 30,3 % der Zahnkeime unmittelbar unter den distalen Wurzeln ihrer Milchmolaren. Von diesen 24 A-Typen wiesen 12 stärkere distale, 4 stärkere mesiale Wurzeleinschmelzungen, sowie 8 mal gleichen Resorptionszustand der beiden Wurzeln auf. Aus Abb.4 ist die Resorptionsstärke der mesialen und distalen Wurzeln ersichtlich.

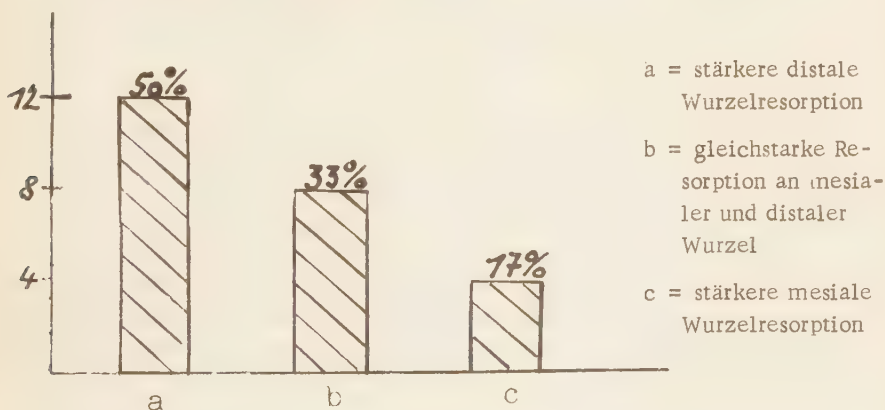


ABBILDUNG 4

Einschmelzungsgrad der mesialen und distalen Wurzel bei unmittelbar unter der distalen Wurzel gelagerten Zahnkeimen

Auf Grund dieser Ergebnisse kann gesagt werden, dass für die Stärke der Resorption mit Bestimmtheit die Lage des Zahnkeimes von Wichtigkeit ist. Dass jedoch nicht immer an der dem Zahnkeim nächst gelegenen Stelle die

Resorption beginnen muss, zeigen die Untersuchungen Nr. 1b, 5a, 6b, 11a, 12b, 17a, 17b, 25a, 25b.

Am meisten ist der Typ B zu sehen, bei dem der Zahnkeim an der Innenseite der distalen Wurzel des Milchmolaren angelagert ist. Die Resorptionserscheinungen treten bei weitem nicht mehr in so starkem Ausmass an der distalen Wurzel gegenüber der mesialen auf, wie es beim Typ A der Fall war. Die Abb. 5 zeigt, dass bei einseitiger interradiärer Anlagerung auch die gegenüberliegende Wurzel meist in gleichem Mass mitresorbiert wird.

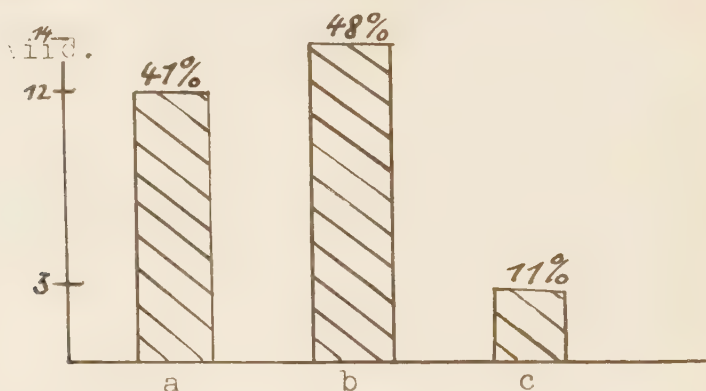


ABBILDUNG 5

Einschmelzungsgrad der mesialen und distalen Wurzel wenn der Zahnkeim an der Innenseite der distalen Wurzel des Milchmolaren angelagert ist

33 % meiner Untersuchungen ergaben eine zentrale Zahnkeimlage in der Bifurkation. Hier zeigt sich die Abhängigkeit der Resorptionsstärke von der Zahnkeimlage besonders deutlich. Im Unterschied zu Abb. 4 und 5 hat sich ein Gleichgewicht eingestellt in dem Einschmelzungsgrad von mesialer und distaler Wurzel.

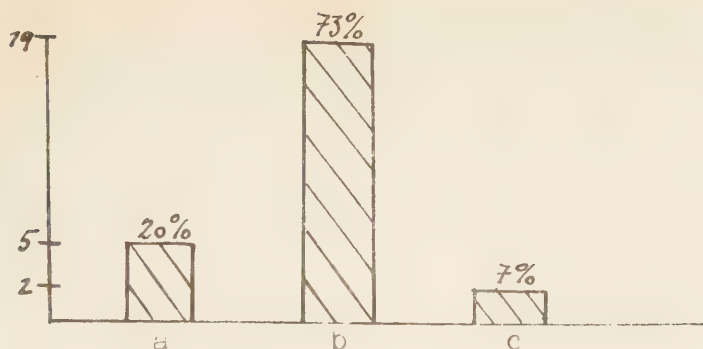


ABBILDUNG 6

Einschmelzungsgrad der mesialen und distalen Wurzel bei zentraler Zahnkeim-lage

Meine Ergebnisse decken sich ungefähr mit denen Rethmanns (36). An zahlreichem Röntgenmaterial stellt er ausserdem fest, dass im Gegensatz zum Unterkiefer die zentrale Zahnkeimlage im Oberkiefer viel öfter, und zwar zwischen 70 und 80 % vorkommt.

Die Zusammenfassung ergibt Folgendes:

1. Ist der Zahnkeim unmittelbar unter der distalen Wurzel des Milchmolaren gelegen, so kommt es bei 50 % der Fälle zu einer stärkeren Resorption an der distalen Wurzel gegenüber 17 % an der mesialen Wurzel. Bei 33 % waren die Abbauerscheinungen an der mesialen und distalen Wurzel gleich.
2. Ist der Zahnkeim der Innenseite der distalen Wurzel des Milchmolaren angelagert, eine Erscheinung, die in der Mehrzahl auftritt, hat die gleiche Resorptionsstärke an mesialer und distaler Wurzel ein Übergewicht; sie beträgt 48 %. Weiter ergibt sich eine stärkere distale Wurzelresorption von 41 % gegenüber der mesialen Wurzel mit 11 %.
3. Wenn der Zahnkeim zentral in der Bifurkation gelagert ist, schreitete die Resorption in den meisten Fällen (73 %) an beiden Wurzeln gleichmässig stark fort. In 20 % ist die distale Wurzel stärker eingeschmolzen als die mesiale Wurzel, die in 7 % stärker abgebaut wird.

Bei den drei Typen finden wir meistens einen geringen Prozentsatz mit stärkerer Resorption an der mesialen Wurzel; die Zahl schwankt zwischen 7 % und 17 %. Sie kommt dadurch zustande, dass entweder ein pathologischer Prozess vorliegt, der, von der mesialen Kronenfläche ausgehend, zu einem stärkeren Abbau an der mesialen Wurzel geführt hat (Nr. 4a, 23a, 23b), worauf

ich später genauer zu sprechen komme, oder, dass der Nachbarzahnkeim durch Drehung, Kippung oder Verlagerung besonders nahe der mesialen Wurzel anliegt, wie in Nr. 2a, 11a, 12b_V, 25a, 25b. Mit Ausnahme der pathologischen Fälle ist also auch hier wiederum ein stärkerer Abbau auf Grund der Zahnkeimlage ersichtlich.

Bei vier 2. Milchmolaren fehlte der darunterliegende Prämolarenkeim. Einmal konnte ich eine beginnende Resorption vom interradiären Raum her und einmal eine beginnende Resorption auf Grund pathologischer Verhältnisse feststellen; die beiden anderen Milchzähne zeigten noch keine Wurzeinschmelzungen. Diese Tatsache lässt jedoch noch keinen Schluss zu, da es sich bei den Patienten um Kinder im 5. Lebensjahr handelte, und zu diesem Zeitpunkt noch nicht unbedingt Abbauerscheinungen vorhanden sein müssen.

Da frühere Autoren Wurzelresorptionen ohne Anlage des darunter liegenden Zahnkeimes nicht einmal selten beobachten konnten, komme ich zu der Feststellung, dass die Zahnkeimlage nicht ausschlaggebend ist für eine Milchzahnresorption überhaupt, dass sie jedoch von grösster Wichtigkeit für den Einschmelzungsgrad der betreffenden Wurzel ist.

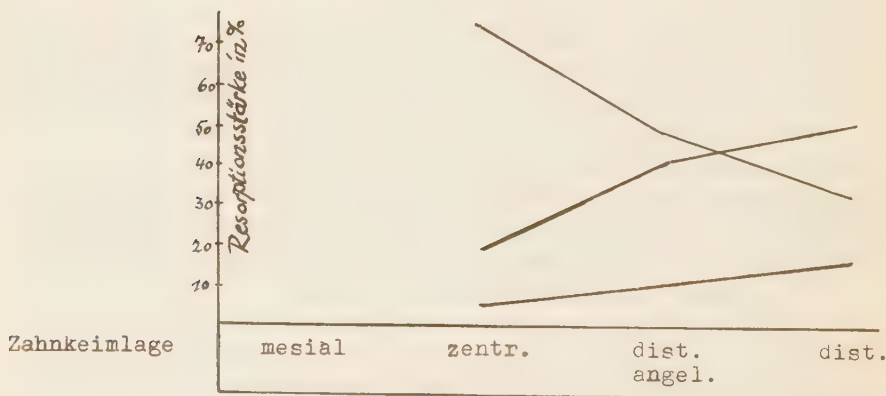


ABBILDUNG 7

Abhängigkeit der Resorptionsstärke von der Zahnkeimlage

- Resorption an der distalen Wurzel,
- an der mesialen Wurzel,
- gleichstarke Resorption an beiden Wurzeln

Zur Feststellung der Zeit des Resorptionsbeginns hatte ich nicht gleich viel Patientenmaterial für jedes zu bestimmende Alter zur Verfügung. Aus diesem Grunde habe ich meine Untersuchungen mit den speziell dieses Thema behandelnden Arbeiten verglichen. Insgesamt decken sich meine Beobachtungen, von einigen Ausnahmen abgesehen, mit denen von Eichmann, Kientopf, Peirce und Vogt.

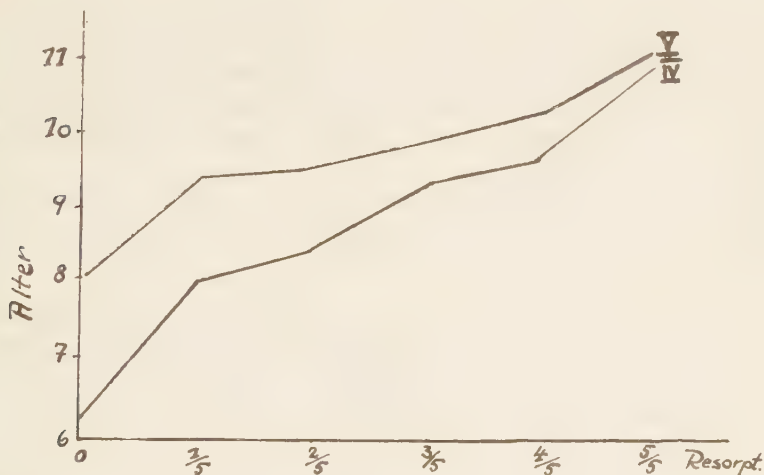


ABBILDUNG 8

Aus dieser graphischen Darstellung kann man ersehen, dass die Einschmelzung nicht in gleichmässigem Tempo verläuft, sondern einer langsameren Resorptionsgeschwindigkeit am Anfang folgt eine etwas raschere Phase. Im Allgemeinen wiederholt sich dieser Rhythmus mehr oder weniger ausgeprägt noch einmal.

Aber wie in jeder, aus durchschnittlichen Zahlen gezogenen Nutzanwendung liegt auch hier die Gefahr der flüchtigen Schlussfolgerung. Denn die vielfachen Vorgänge des Zahnwechsels sind ein Beweis dafür, wie wenig sich lebendes Gewebe rechnerisch erfassen lässt. Den genauen Zeitpunkt der Resorptionserscheinungen zu wissen, ist jedoch für die Behandlung von grosser Wichtigkeit, um bei Wurzelbehandlungen zum Beispiel eine Schädigung des darunterliegenden Knochens und Keimes vermeiden zu können.

An Hand meines Röntgenmaterials konnte ich grösstenteils Resorptionen ohne erkennbare entzündliche Vorgänge feststellen. Die Aufnahmen Nr. 2a, 3b, 5b, 7b, 10b, 13a, 17a, 18a, 20a und 20b zeigen eine geringe Verbreiterung des scharf begrenzten Wurzelhautspaltes in der Bifurkation. Der Knochen

unter der Bifurkation scheint etwas aufgelockert, ohne dass die Maschenstruktur des Knochens verwaschen gezeichnet wäre. Man kann daher den Beginn der Resorption mit gewissen Veränderungen in der Wurzelhaut und im interradiären Knochenbezirk in Verbindung setzen. Es ist erstes Anzeichen dafür, dass der Milchzahn sich aus der organischen Verbindung mit dem Kiefer allmählich löst.

Während bei der Entwicklung des Ersatzzahnkeimes nach okklusal und bei seinem Emporsteigen Knochen in seiner nächsten Umgebung abgebaut werden muss, wird an Stelle der resorbierten Wurzelteile wiederum Knochen angebaut. Nr. 5a, 11a, 11b, 12b, 14a, 15a, 15b, 21a, 25a, 25b veranschaulichen diese Tatsache besonders deutlich.

Bei normalen Resorptionsverhältnissen sind daher Milchzahnwurzel und darunter liegender Zahnkeim sehr lange voneinander durch eine Knochenschicht getrennt.

Nr. 4a, 5a, 5b, 10b, 13a, 13b, 16a, 16b, 17a, 17b, 25a, 25b geben Aufschluss über den Wurzelhautspalt bei normaler physiologischer Resorption. Trotz fortgeschrittener Abbauerscheinungen konnte ich an diesen Bildern den in normaler Breite erhaltenen Periodontalspalt erkennen.

Im Unterschied zu dieser rein physiologischen Resorption konnte ich an einigen Filmen die Feststellung machen, dass durch einen kariösen Prozess an den Milchmolaren das pathologische Geschehen über die Pulpa oder an der Wurzelhaut entlang den Seitenflächen der Wurzeln bis hinauf zur Bifurkation sich ausbreitete.

Es ist erwiesen, dass sich die Entzündung bei Milchzähnen sehr schnell weiterverbreitet; es erfolgt innerhalb kürzester Zeit der Übergang von der pulpitis serosa in die purulente Form und schliesslich in Nekrose und Gangrän. Die Entzündung ergreift den Knochen, dessen Spongiosa rasch zerstört wird. Nr. 1a, 4a, 5a, 6a, 6b und 7a zeigen mehr oder minder starke Knochenschmelzungen im interradiären Raum. Eine beginnende Verschattung in dieser Region wird als diagnostisches Hilfsmittel für eine Erkrankung mit beginnender Nekrose der Pulpa und Infektion des Periodontiums angenommen. Die physiologische Resorption wird unterbrochen und durch einen pathologischen Prozess ersetzt, der hauptsächlich als Ostitis vorkommt. Sie führt zu ausgedehnten Resorptionen vor allem am Knochen (Nr. 1a, 6a, 6b und 7a).

Wie wirkt sich aber ein pulpatoter Zahn auf den darunterliegenden Zahnkeim aus? Zwischen zerstörtem Milchzahn und Zahnkeim ist die knöcherne Randzone (Nr. 4a und 6b) erhalten. Ein erkennbarer stärkerer okklusaler Höhenstand verglichen mit den vitalen Verhältnissen ist nicht vorhanden.

Ist aber wie bei Nr. 11b, 24a und 24b der Milchmolar stark oder ganz resorbiert, und hat dazu noch eine weitgehende interradiäre Knochenauflösung und eine der den Keim umgebenden Knochenspanne stattgefunden, kann der Zahnkeim schneller nach okklusal wandern, wobei der Entwicklungsstand fast gleich geblieben ist. Der stärkere Abbau und die dadurch bedingte Okklusaiwanderung des Keimes haben also keine stärkere Entwicklung bewirkt.

Nr. 23a und 23b lassen erkennen, dass die Resorption durch einen periapikalen Prozess beeinflusst werden kann. Der Knochen in der Umgebung der mesialen Wurzel zeigt beginnende Auflösungserscheinungen. Sie haben zu einer weitgehenden Milchzahnwurzelresorption geführt als unter der distalen Wurzel, obwohl der Zahnkeim selbst der distalen Wurzel anliegt.

E ZUSAMMENFASSUNG

Nach der einleitenden Problemstellung wurde im Literaturteil zunächst kurz die Resorption an permanenten Zähnen gestreift. Im Folgenden wurde dann an Hand der Literatur die spezielle Resorption der Milchzähne dargelegt, wobei Zahnkeimlage, Beschaffenheit und Reaktion der Milchzähne im Vergleich zu den Ersatzzähnen, Zeit der Resorption, Ort des Resorptionsbeginns und Vorgänge bei der Resorption,

- a) bei normaler physiologischer Resorption,
- b) Resorptionspausen und Gewebsappositionen,
- c) Resorption der Milchzahnwurzeln bei Nichtanlage der entsprechenden bleibenden Zähne,
- d) Mitbeteiligung der Weichgewebe an der Resorption,
- e) bei pathologisch bedingter Resorption

besondere Berücksichtigung fanden. - In einem kurzen Resümée brachte ich einen zusammenfassenden Überblick über Verlauf und Ursachen der Resorption.

Im dritten Teil wurden eigene Versuche beschrieben. Ich habe 25 Kinder im Alter zwischen 4 1/2 und 12 Jahren geröntgt; und zwar kamen jeweils die beiden Unterkieferseitenzahnbereiche zur Abbildung. Es standen also 50 Röntgenbilder mit annähernd 100 Milchzähnen für die Auswertung zur Verfügung. Anschliessend folgte die Diskussion der Untersuchungen und in Form von Tabellen und graphischen Schemata die Ergebnisse. Die Zusammenfassung ergibt Folgendes:

1. Allgemein wird unterschieden zwischen normaler physiologischer und pathologisch bedingter Resorption.
2. Die Abbauvorgänge setzen bei lebender Pulpa meistens zuerst und am intensivsten an der Stelle der Milchzahnwurzel ein, die dem Zahnkeim am nächsten liegt.
3. Die Zahnkeimlage allein ist nicht ausschlaggebend, dass eine Resorption zustandekommt; sie ist jedoch von grosser Wichtigkeit für den Resorptionsgrad der betreffenden Wurzel.
4. Je weiter der Zahnkeim von der distalen Wurzel des zugehörigen Milchmolaren in den interradiären Raum hinein entfernt ist, desto weniger stark wird die distale Wurzel mehr resorbiert gegenüber der mesialen Wurzel.
5. Bei den Milchmolaren wird an Stelle der resorbierten Wurzelteile Knochen angebaut.
6. Bei der rein physiologischen Resorption kann man im Röntgenbild sehr oft trotz fortgeschrittener Resorption den in normaler Breite erhaltenen Periodontalspalt erkennen.

7. Durch den Pulpentod, der vom schnellen Übergang von der serösen Pulpitis in die purulente Form, Nekrose und schliesslich Gangrän hervorgerufen wurde, kommt es zu ostitischen Prozessen im Wurzel- und Bifurkationsbereich. Im Röntgenbild ist dieser pathologische Prozess an einer Radiolucenz sichtbar.
8. Von der pathologischen Resorption wird neben Zahnhartsubstanz der Knochen ergriffen; sie führt oft zu einer ausgedehnten Ostitis.

Es verbleibt mir zum Schluss noch die angenehme Aufgabe, Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. W. Ketterl für die Überlassung des Themas und die Anregung zu dieser Arbeit herzlichst und ergebendst zu danken.

Mein Dank gilt gleichfalls Schwester Kuni für ihre ausserordentliche Mühe bei der Herstellung der Röntgenbilder.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 ADLOFF P.: Über Fragen der Zahnentwicklung und einiger mit ihnen
in Zusammenhang stehender pathologischer Vorgänge.
Zschr.f.Stomat.1930 H.1
- 2 ANGELMANN R.J.:
Ausgedehnte Resorption eines Molaren infolge eines
durchbrechenden Prämolaren.
Quintess.1957 H.12
- 3 BAUME L.J.: Reihenuntersuchungen über die normale Gebissentwick-
lung.
Dtsch.Z.Z.1949, 4, I
- 4 BERGH C.: Pulpabehandlung von Milchzähnen.
Quintess.1955 H.10
- 5 BONNET F.: Beiträge zur Pathologie des Milchgebisses.
Med.Diss.1931
- 6 COLYER J.: Dent.Surgery and Pathology.
Longmans Green and Co London 1919
- 7 CZERNY M.: Über das Resorptions- und Appositionsgeschehen im Zahn-
und Kieferbereich.
Med.Diss.1957
- 8 EÜLER-MEYER: Pathohistologie der Zähne 1927
- 9 FISCHER C.H.: Resorption und Apposition beim Zahn.
Dtsch.Z.Z.11, 2, 1956
- 10 FISCHER G.: Zur Frage des Durchbruchs der bleibenden Zähne und
der Resorption des Milchgebisses.
Stoma 1958 H.3
- 11 HARNDT E.: Milchzahnstudien 1 und 2
Dtsch.Zahn-Mund- u. Kieferhk. 1948/52
- 12 HARNISCH H.: Worauf beruht das verschiedene Verhalten der Wurzelre-
sorptionen persistierender Milchzähne?
Dtsch.Zahn-Mund- u. Kieferkr. 1934/4
- 13 HESSE R.: Zur Frage der Resorption der Milchzahnwurzeln.
Dtsch.Mon.schr.f.Z.-M.-u.K.h.kde 1911 H.6

- 14 JAHN H.: Über Resorptionsvorgänge und ihre Folgeerscheinungen.
Korr.bl.f.Z.ärzte 1938 H.5
- 15 KALLHARDT H.: Beiträge zum Durchbruch der bleibenden Zähne.
Österr.-ungar.V.j.schr.f.Z.hkde 1904 H.1
- 16 KANTOROWICZ A.:
Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1.Bd. 3.Auflage 1929
Klinische Zahnheilkde. Meusser Berlin 1932
- 17 KARWETZKY A.:
Die pathologische Milchzahnresorption mit ihrem Einfluss
auf das Kauorgan.
Dtsch.Z.ärztebl.1963/5
- 18 KESSLER W.: Kinderzahnheilkunde u. Jugendzahnpflege.
Hanser München 1953
- 19 KIRCHBAUER W.:
Beiträge zur Milchzahnresorption unter besonderer Berücksichtigung der Wurzelhaut.
Med.Diss.1945
- 20 KLEMM E.: Resorptionsstörungen beim Zahnwechsel.
Dtsch.z.ärztl.Wschr.1942 H.22
- 21 KÖHLER J.: Befunde über das normale Paradentium der Milchzähne.
Dtsch.Z.-M.-u.Kief.hkde Bd.13, 1950
2.Teil: Das Paradentium im Resorptionsstadium des
Milchzahnkeimes
- 22 KOWACS R.: Die Ursachen der Krümmung der Zahnwurzeln.
Quintess.1959 H.5
- 23 KRANZ P.P.: Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete.
Lehmanns München 1934
- 24 KRONFELD R.: Die Zähne des Kindes.
Felix Leipzig 1922
Die Resorption der Milchzahnwurzeln.
Dtsch.M.schr.f.Zhkde 1932 H.5
- 25 KÜRER J.: Die Behandlung der Kinderzähne.
Urban u. Schwarzenberg 1932

- 26 LANGE LAND K.:
Om rotesorpsjoner i permanente tenner (Resorption an permanenten Zähnen)
Tid 68 H.6
- 27 MARSCHALL F.: Ein Vergleich der Resorption der Milchzahnwurzeln mit der Absorption der Wurzeln der bleibenden Zähne infolge Infektion.
Z. Stomat. 1929/7
- 28 MAAGK R.: Über Resorption der Milchzahnwurzeln nach Amputation.
Korr. bl. f. Z. ärzte 1926 H.8
- 29 MEYER W.: Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen.
München 1951
- 30 MÜLLER O.: Über marginale Wurzelresorptionen.
Schweizer M. schr. f. Z. hkde 1941, 51/5
- 31 MÜNCH J.: Richtlinien zur zahnärztlichen Betreuung des Kindes.
Dtsch. z. ärztl. W. schr. 1938 Nr. 49
Die zahnärztliche Behandlung des Kindes.
Meusser Leipzig 1938
- 32 OPPENHEIM Q.: Histologische Befunde beim Zahnwechsel.
Zschr. f. Stom. 1922 H. 10
- 33 PORT-EULER: Lehrbuch der Zahnheilkunde.
München Bergmann 1951
- 34 POTH A.: Apikale Milchzahnparodontitis und Ersatzzahnkeim.
Dtsch. z. ärztl. Wschr. 1933/53
- 35 RADÜNZ H.: Die Resorption der Wurzeln an Milchzähnen mit lebender und toter Pulpa.
Med. Diss. 1940
- 36 RETHMANN H.: Zahnkeimentwicklung und Resorptionszustand der Milchmolaren im Röntgenbild bei pulpagesunden und pulpatoten Milchzähnen.
Dtsch. Z. ärztebl. 1956 H.4
Pathologische Resorption im Bereich der Milchmolarenwurzeln.
Dtsch. Z. ärztebl. 1959 H.9

- 37 SAUERWEIN E.: Dentinablagerung im Osteozement einer Milchzahnscherbe.
Dtsch. Z. -M. - u. Kief. hkde 1955 H.22
- 38 SCHUG-KÖSTERS M.:
Ergebnisse klinisch-histologischer Studien an Milchzähnen
Dtsch. Z. -M. - u. Kief. hkde 1941
- 39 SIEGMUND-WEBER:
Pathohistologie der Mundhöhle.
Leipzig 1936
- 40 TEUSCHER E.: Morphologische Charakteristika der Milchzähne.
Quintess. 1955 H.2
- 41 THOLUCK R.: Schülzahnpflege.
Fortschr. d. Zhkde Bd. 8, 9, 16
- 42 VOGT A.C.: Über die Resorption der Milchzähne bei Nichtanlage der
entsprechenden bleibenden Zähne.
Med. Diss. Bern 1948
- 43 VOGT H.: Ein Beitrag zur Frage der Milchzahnresorption. (Röntgen-
studie)
Med. Diss. 1936 München
- 44 WALKHOFF-HESS:
Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
Meusser Berlin 1931
- 45 WANNENMACHER E.:
Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde/Zahnerhaltung-
kunde.
Barth Leipzig 1963
- 46 WESTIN B.: Über Zahndurchbruch und Zahnwechsel.
Mikroskopisch-anatomische Forschung 51, 393. 1942
- 47 WETZEL G.: Lehrbuch der Anatomie f. Zahnärzte.
G. Fischer Jena 1920
- 48 ZAWISCH-OSSENITZ:
Historisch-kritisches und Neues zur Frage der Osteoklasten,
ihrer Entstehung und der Resorption im Knochen.
Zschr. f. Mikr. -anat. Forsch. Bd. 27, 1931
- 49 ZILKENS A.: Einiges über Resorption.
Dtsch. z. ärztl. Wschr. H. 25, 1924

LEBENS LAUF

Am 2.4.1938 wurde ich, Richard Wagner, als Sohn des Majors a.D. Michael Wagner und seiner Ehegattin Theresia, geb. Osterried, in Kempten/Allgäu geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Stötten a. Auerberg trat ich im Herbst 1949 in das Humanistische Gymnasium Kaufbauren ein, wo ich im Sommer 1959 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1959 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität München. Im So/Sem. 1962 legte ich die zahnärztliche Vorprüfung, im Wi/Sem. 1965 das Staatsexamen mit Erfolg ab. Seit dem 1. August 1965 betätige ich mich als Assistent in einer zahnärztlichen Praxis.

